

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/014515

International filing date: 21 December 2004 (21.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: EP
Number: 04000261.0
Filing date: 08 January 2004 (08.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 February 2005 (14.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

04000261.0

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

FOOTWEAR 4 10 14 18 22 26 30 34 38 42 46 50 54 58 62 66 70 74 78 82 86 90 94 98 102 106 110 114 118 122 126 130 134 138 142 146 150 154 158 162 166 170 174 178 182 186 190 194 198 202 206 210 214 218 222 226 230 234 238 242 246 250 254 258 262 266 270 274 278 282 286 290 294 298 302 306 310 314 318 322 326 330 334 338 342 346 350 354 358 362 366 370 374 378 382 386 390 394 398 402 406 410 414 418 422 426 430 434 438 442 446 450 454 458 462 466 470 474 478 482 486 490 494 498 502 506 510 514 518 522 526 530 534 538 542 546 550 554 558 562 566 570 574 578 582 586 590 594 598 602 606 610 614 618 622 626 630 634 638 642 646 650 654 658 662 666 670 674 678 682 686 690 694 698 702 706 710 714 718 722 726 730 734 738 742 746 750 754 758 762 766 770 774 778 782 786 790 794 798 802 806 810 814 818 822 826 830 834 838 842 846 850 854 858 862 866 870 874 878 882 886 890 894 898 902 906 910 914 918 922 926 930 934 938 942 946 950 954 958 962 966 970 974 978 982 986 990 994 998 1002 1006 1010 1014 1018 1022 1026 1030 1034 1038 1042 1046 1050 1054 1058 1062 1066 1070 1074 1078 1082 1086 1090 1094 1098 1102 1106 1110 1114 1118 1122 1126 1130 1134 1138 1142 1146 1150 1154 1158 1162 1166 1170 1174 1178 1182 1186 1190 1194 1198 1202 1206 1210 1214 1218 1222 1226 1230 1234 1238 1242 1246 1250 1254 1258 1262 1266 1270 1274 1278 1282 1286 1290 1294 1298 1302 1306 1310 1314 1318 1322 1326 1330 1334 1338 1342 1346 1350 1354 1358 1362 1366 1370 1374 1378 1382 1386 1390 1394 1398 1402 1406 1410 1414 1418 1422 1426 1430 1434 1438 1442 1446 1450 1454 1458 1462 1466 1470 1474 1478 1482 1486 1490 1494 1498 1502 1506 1510 1514 1518 1522 1526 1530 1534 1538 1542 1546 1550 1554 1558 1562 1566 1570 1574 1578 1582 1586 1590 1594 1598 1602 1606 1610 1614 1618 1622 1626 1630 1634 1638 1642 1646 1650 1654 1658 1662 1666 1670 1674 1678 1682 1686 1690 1694 1698 1702 1706 1710 1714 1718 1722 1726 1730 1734 1738 1742 1746 1750 1754 1758 1762 1766 1770 1774 1778 1782 1786 1790 1794 1798 1802 1806 1810 1814 1818 1822 1826 1830 1834 1838 1842 1846 1850 1854 1858 1862 1866 1870 1874 1878 1882 1886 1890 1894 1898 1902 1906 1910 1914 1918 1922 1926 1930 1934 1938 1942 1946 1950 1954 1958 1962 1966 1970 1974 1978 1982 1986 1990 1994 1998 2002 2006 2010 2014 2018 2022 2026 2030 2034 2038 2042 2046 2050 2054 2058 2062 2066 2070 2074 2078 2082 2086 2090 2094 2098 2102 2106 2110 2114 2118 2122 2126 2130 2134 2138 2142 2146 2150 2154 2158 2162 2166 2170 2174 2178 2182 2186 2190 2194 2198 2202 2206 2210 2214 2218 2222 2226 2230 2234 2238 2242 2246 2250 2254 2258 2262 2266 2270 2274 2278 2282 2286 2290 2294 2298 2302 2306 2310 2314 2318 2322 2326 2330 2334 2338 2342 2346 2350 2354 2358 2362 2366 2370 2374 2378 2382 2386 2390 2394 2398 2402 2406 2410 2414 2418 2422 2426 2430 2434 2438 2442 2446 2450 2454 2458 2462 2466 2470 2474 2478 2482 2486 2490 2494 2498 2502 2506 2510 2514 2518 2522 2526 2530 2534 2538 2542 2546 2550 2554 2558 2562 2566 2570 2574 2578 2582 2586 2590 2594 2598 2602 2606 2610 2614 2618 2622 2626 2630 2634 2638 2642 2646 2650 2654 2658 2662 2666 2670 2674 2678 2682 2686 2690 2694 2698 2702 2706 2710 2714 2718 2722 2726 2730 2734 2738 2742 2746 2750 2754 2758 2762 2766 2770 2774 2778 2782 2786 2790 2794 2798 2802 2806 2810 2814 2818 2822 2826 2830 2834 2838 2842 2846 2850 2854 2858 2862 2866 2870 2874 2878 2882 2886 2890 2894 2898 2902 2906 2910 2914 2918 2922 2926 2930 2934 2938 2942 2946 2950 2954 2958 2962 2966 2970 2974 2978 2982 2986 2990 2994 2998 3002 3006 3010 3014 3018 3022 3026 3030 3034 3038 3042 3046 3050 3054 3058 3062 3066 3070 3074 3078 3082 3086 3090 3094 3098 3102 3106 3110 3114 3118 3122 3126 3130 3134 3138 3142 3146 3150 3154 3158 3162 3166 3170 3174 3178 3182 3186 3190 3194 3198 3202 3206 3210 3214 3218 3222 3226 3230 3234 3238 3242 3246 3250 3254 3258 3262 3266 3270 3274 3278 3282 3286 3290 3294 3298 3302 3306 3310 3314 3318 3322 3326 3330 3334 3338 3342 3346 3350 3354 3358 3362 3366 3370 3374 3378 3382 3386 3390 3394 3398 3402 3406 3410 3414 3418 3422 3426 3430 3434 3438 3442 3446 3450 3454 3458 3462 3466 3470 3474 3478 3482 3486 3490 3494 3498 3502 3506 3510 3514 3518 3522 3526 3530 3534 3538 3542 3546 3550 3554 3558 3562 3566 3570 3574 3578 3582 3586 3590 3594 3598 3602 3606 3610 3614 3618 3622 3626 3630 3634 3638 3642 3646 3650 3654 3658 3662 3666 3670 3674 3678 3682 3686 3690 3694 3698 3702 3706 3710 3714 3718 3722 3726 3730 3734 3738 3742 3746 3750 3754 3758 3762 3766 3770 3774 3778 3782 3786 3790 3794 3798 3802 3806 3810 3814 3818 3822 3826 3830 3834 3838 3842 3846 3850 3854 3858 3862 3866 3870 3874 3878 3882 3886 3890 3894 3898 3902 3906 3910 3914 3918 3922 3926 3930 3934 3938 3942 3946 3950 3954 3958 3962 3966 3970 3974 3978 3982 3986 3990 3994 3998 4002 4006 4010 4014 4018 4022 4026 4030 4034 4038 4042 4046 4050 4054 4058 4062 4066 4070 4074 4078 4082 4086 4090 4094 4098 4102 4106 4110 4114 4118 4122 4126 4130 4134 4138 4142 4146 4150 4154 4158 4162 4166 4170 4174 4178 4182 4186 4190 4194 4198 4202 4206 4210 4214 4218 4222 4226 4230 4234 4238 4242 4246 4250 4254 4258 4262 4266 4270 4274 4278 4282 4286 4290 4294 4298 4302 4306 4310 4314 4318 4322 4326 4330 4334 4338 4342 4346 4350 4354 4358 4362 4366 4370 4374 4378 4382 4386 4390 4394 4398 4402 4406 4410 4414 4418 4422 4426 4430 4434 4438 4442 4446 4450 4454 4458 4462 4466 4470 4474 4478 4482 4486 4490 4494 4498 4502 4506 4510 4514 4518 4522 4526 4530 4534 4538 4542 4546 4550 4554 4558 4562 4566 4570 4574 4578 4582 4586 4590 4594 4598 4602 4606 4610 4614 4618 4622 4626 4630 4634 4638 4642 4646 4650 4654 4658 4662 4666 4670 4674 4678 4682 4686 4690 4694 4698 4702 4706 4710 4714 4718 4722 4726 4730 4734 4738 4742 4746 4750 4754 4758 4762 4766 4770 4774 4778 4782 4786 4790 4794 4798 4802 4806 4810 4814 4818 4822 4826 4830 4834 4838 4842 4846 4850 4854 4858 4862 4866 4870 4874 4878 4882 4886 4890 4894 4898 4902 4906 4910 4914 4918 4922 4926 4930 4934 4938 4942 4946 4950 4954 4958 4962 4966 4970 4974 4978 4982 4986 4990 4994 4998 5002 5006 5010 5014 5018 5022 5026 5030 5034 5038 5042 5046 5050 5054 5058 5062 5066 5070 5074 5078 5082 5086 5090 5094 5098 5102 5106 5110 5114 5118 5122 5126 5130 5134 5138 5142 5146 5150 5154 5158 5162 5166 5170 5174 5178 5182 5186 5190 5194 5198 5202 5206 5210 5214 5218 5222 5226 5230 5234 5238 5242 5246 5250 5254 5258 5262 5266 5270 5274 5278 5282 5286 5290 5294 5298 5302 5306 5310 5314 5318 5322 5326 5330 5334 5338 5342 5346 5350 5354 5358 5362 5366 5370 5374 5378 5382 5386 5390 5394 5398 5402 5406 5410 5414 5418 5422 5426 5430 5434 5438 5442 5446 5450 5454 5458 5462 5466 5470 5474 5478 5482 5486 5490 5494 5498 5502 5506 5510 5514 5518 5522 5526 5530 5534 5538 5542 5546 5550 5554 5558 5562 5566 5570 5574 5578 5582 5586 5590 5594 5598 5602 5606 5610 5614 5618 5622 5626 5630 5634 5638 5642 5646 5650 5654 5658 5662 5666 5670 5674 5678 5682 5686 5690 5694 5698 5702 5706 5710 5714 5718 5722 5726 5730 5734 5738 5742 5746 5750 5754 5758 5762 5766 5770 5774 5778 5782 5786 5790 5794 5798 5802 5806 5810 5814 5818 5822 5826 5830 5834 5838 5842 5846 5850 5854 5858 5862 5866 5870 5874 5878 5882 5886 5890 5894 5898 5902 5906 5910 5914 5918 5922 5926 5930 5934 5938 5942 5946 5950 5954 5958 5962 5966 5970 5974 5978 5982 5986 5990 5994 5998 6002 6006 6010 6014 6018 6022 6026 6030 6034 6038 6042 6046 6050 6054 6058 6062 6066 6070 6074 6078 6082 6086 6090 6094 6098 6102 6106 6110 6114 6118 6122 6126 6130 6134 6138 6142 6146 6150 6154 6158 6162 6166 6170 6174 6178 6182 6186 6190 6194 6198 6202 6206 6210 6214 6218 6222 6226 6230 6234 6238 6242 6246 6250 6254 6258 6262 6266 6270 6274 6278 6282 6286 6290 6294 6298 6302 6306 6310 6314 6318 6322 6326 6330 6334 6338 6342 6346 6350 6354 6358 6362 6366 6370 6374 6378 6382 6386 6390 6394 6398 6402 6406 6410 6414 6418 6422 6426 6430 6434 6438 6442 6446 6450 6454 6458 6462 6466 6470 6474 6478 6482 6486 6490 6494 6498 6502 6506 6510 6514 6518 6522 6526 6530 6534 6538 6542 6546 6550 6554 6558 6562 6566 6570 6574 6578 6582 6586 6590 6594 6598 6602 6606 6610 6614 6618 6622 6626 6630 6634 6638 6642 6646 6650 6654 6658 6662 6666 6670 6674 6678 6682 6686 6690 6694 6698 6702 6706 6710 6714 6718 6722 6726 6730 6734 6738 6742 6746 6750 6754 6758 6762 6766 6770 6774 6778 6782 6786 6790 6794 6798 6802 6806 6810 6814 6818 6822 6826 6830 6834 6838 6842 6846 6850 6854 6858 6862 6866 6870 6874 6878 6882 6886 6890 6894 6898 6902 6906 6910 6914 6918 6922 6926 6930 6934 6938 6942 6946 6950 6954 6958 6962 6966 6970 6974 6978 6982 6986 6990 6994 6998 7002 7006 7010 7014 7018 7022 7026 7030 7034 7038 7042 7046 7050 7054 7058 7062 7066 7070 7074 7078 7082 7086 7090 7094 7098 7102 7106 7110 7114 7118 7122 7126 7130 7134 7138 7142 7146 7150 7154 7158 7162 7166 7170 7174 7178 7182 7186 7190 7194 7198 7202 7206 7210 7214 7218 7222 7226 7230 7234 7238 7242 7246 7250 7254 7258 7262 7266 7270 7274 7278 7282 7286 7290 7294 7298 7302 7306 7310 7314 7318 7322 7326 7330 7334 7338 7342 7346 7350 7354 7358 7362 7366 7370 7374 7378 7382 7386 7390 7394 7398 7402 7406 7410 7414 7418 7422 7426 7430 7434 7438 7442 7446 7450 7454 7458 7462 7466 7470 7474 7478 7482 7486 7490 7494 7498 7502 7506 7510 7514 7518 7522 7526 7530 7534 7538 7542 7546 7550 7554 7558 7562 7566 7570 7574 7578 7582 7586 7590 7594 7598 7602 7606 7610 7614 7618 7622 7626 7630 7634 7638 7642 7646 7650 7654 7658 7662 7666 7670 7674 7678 7682 7686 7690 7694 7698 7702 7706 7710 7714 7718 7722 7726 7730 7734 7738 7742 7746 7750 7754 7758 7762 7766 7770 7774 7778 7782 7786 7790 7794 7798 7802 7806 7810 7814 7818 7822 7826 7830 7834 7838 7842 7846 7850 7854 7858 7862 7866 7870 7874 7878 7882 7886 7890 7894 7898 7902 7906 7910 7914 7918 7922 7926 7930 7934 7938 7942 7946 7950 7954 7958 7962 7966 7970 7974 7978 7982 7986 7990 7994 7998 8002 8006 8010 8014 8018 8022 8026 8030 8034 8038 8042 8046 8050 8054 8058 8062 8066 8070 8074 8078 8082 8086 8090 8094 8098 8102 8106 8110 8114 8118 8122 8126 8130 8134 8138 8142 8146 8150 8154 8158 8162 8166 8170 8174 8178 8182 8186 8190 8194 8198 8202 8206 8210 8214 8218 8222 8226 8230 8234 8238 8242 8246 8250 8254 8258 8262 8266 8270 8274 8278 8282 8286 8290 8294 8298 8302 8306 8310 8314 8318 8322 8326 8330 8334 8338 8342 8346 8350 8354 8358 8362 8366 8370 8374 8378 8382 8386 8390 8394 8398 8402 8406 8410 8414 8418 8422 8426 8430 8434 8438 8442 8446 8450 8454 8458 8462 8466 8470 8474 8478 8482 8486 8490 8494 8498 8502 8506 8510 8514 8518 8522 8526 8530 8534 8538 8542 8546 8550 8554 8558 8562 8566 8570 8574 8578 8582 8586 8590 8594 8598 8602 8606 8610 8614 8618 8622 8626 8630 8634 8638 8642 8646 8650 8654 8658 8662 8666 8670 8674 8678 8682 8686 8690 8694 8698 8702 8706 8710 8714 8718 8722 8726 8730 8734 8738 8742 8746 8750 8754 8758 8762 8766 8770 8774 8778 8782 8786 8790 8794 8798 8802 8806 8810 8814 8818 8822 8826 8830 8834 8838 8842 8846 8850 8854 8858 8862 8866 8870 8874 8878 8882 8886 8890 8894 8898 8902 8906 8910 8914 8918 8922 8926 8930 8934 8938 8942 8946 8950 8954 8958 8962 8966 8970 8974 8978 8982 8986 8990 8994 8998 9002 9006 9010 9014 9018 9022 9026 9030 9034 9038 9042 9046 9050 9054 9058 9062 9066 9070 9074 9078 9082 9086 9090 9094 9098 9102 9106 9110 9114 9118 9122 9126 9130 9134 9138 9142 9146 9150 9154 9158 9162 9166 9170 9174 9178 9182 9186 9190 9194 9198 9202 9206 9210 9214 9218 9222 9226 9230 9234 9238 9242 9246 9250 9254 9258 9262 9266 9270 9274 9278 9282 9286 9290 9294 9298 9302 9306 9310 9314 9318 9322 9326 9330 9334 9338 9342 9346 9350 9354 9358 9362 9366 9370 9374 9378 9382 9386 9390 9394 9398 9402 9406 9410 9414 9418 9422 9426 9430 9434 9438 9442 9446 9450 9454 9458 9462 9466 9470 9474 9478 9482 9486 9490 9494 9498 9502 9506 9510 9514 9518 9522 9526 9530 9534 9538 9542 9546 9550 9554 9558 9562 9566 9570 9574 9578 9582 9586 9590 9594 9598 9602 9606 9610 9614 9618 9622 9626 9630 9634 9638 9642 9646 9650 9654 9658 9662 9666 9670 9674 9678 9682 9686 9690 9694 9698 9702 9706 9710 9714 9718 9722 9726 9730 9734 9738 9742 9746 9750 9754 9758 9762 9766 9770 9774 9778 9782 9786 9790 9794 9798 9802 9806 9810 9814 9818 9822 9826 9830 9834 9838 9842 9846 9850 9854 9858 9862 9866 9870 9874 9878 9882 9886 9890 9894 9898 9902 9906 9910 9914 9918 9922 9926 9930 9934 9938 9942 9946 9950 9954 9958 9962 9966 9970 9974 9978 9982 9986 9990 9994 9998 10002 10006 10010 10014 10018 10022 10026 10030 10034 10038 10042 10046 10050 10054 10058 10062 10066 10070 10074 10078 10082 10086 1



Anmeldung Nr:
Application no.: 04000261.0
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 08.01.04
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Institut de Microtechnique de l'Université
de Neuchâtel
Rue A.-L.Breguet 2
2000 Neuchâtel
SUISSE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:

(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.

If no title is shown please refer to the description.

Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Procédé de communication de données sans fil par des signaux codés de données à
ultra-large bande, et dispositif récepteur pour sa mise en oeuvre

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

G01S/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

PROCEDE DE COMMUNICATION DE DONNEES SANS FIL PAR DES
SIGNAUX CODES DE DONNEES A ULTRA-LARGE BANDE, ET
DISPOSITIF RECEPTEUR POUR SA MISE EN ŒUVRE

La présente invention concerne un procédé de communication de données sans fil entre un dispositif émetteur et un dispositif récepteur. Le dispositif émetteur transmet des signaux codés de données à ultra-large bande (UWB pour Ultra-wideband en terminologie anglaise) par une première antenne à large bande, et le
5 dispositif récepteur reçoit par une seconde antenne à large bande des signaux codés de données à trajets direct et/ou multiples provenant du dispositif émetteur. Les données transmises sont définies par une ou plusieurs séquences successives de N impulsions où N est un nombre entier supérieur à 1. L'agencement des N impulsions de chaque séquence représente un codage des données relatif au dispositif émetteur,
10 c'est-à-dire personnalisant le dispositif émetteur.

L'invention concerne également le dispositif récepteur pour la mise en œuvre du procédé.

Dans la présente description, on entendra par "données" une information textuelle, qui comprend un ou plusieurs symboles ou caractères, une information
15 audiovisuelle, une information de synchronisation ou une information de positionnement ou d'autres informations. Les données transmises dans les signaux de données sont définies par une ou plusieurs séquences d'impulsions très courtes dont le codage peut être défini par l'écart temporel entre chaque impulsion.

La transmission de données par une technologie à ultra-large bande est
20 réalisée à l'aide de signaux de données qui comprennent une série d'impulsions très courtes sans l'utilisation d'une fréquence porteuse. La largeur de ces impulsions peut être inférieure à 1 ns. Comme les impulsions des signaux de données sont très courtes dans le domaine temporel, par transformation dans le domaine fréquentiel, cela conduit à l'obtention d'un spectre à ultra-large bande, ce qui définit la technologie
25 UWB. Le spectre de fréquences peut aller de 500 MHz à plusieurs GHz. La largeur de bande de fréquence par rapport à la fréquence centrale est généralement supérieure à 25% pour une technologie à ultra-large bande.

La transmission de données par la technologie à ultra-large bande se fait normalement à courte distance avec une faible puissance des impulsions transmises.
30 Ceci est dû généralement au fait du partage éventuel du spectre de fréquences avec des dispositifs de transmission à bande étroite. Cela signifie qu'une unique impulsion est généralement reçue avec un niveau de puissance plus faible que le niveau du bruit. Ainsi, il est souvent nécessaire d'utiliser plus d'une impulsion d'énergie pour

transmettre un unique symbole ou caractère afin qu'il soit reconnu par le dispositif récepteur.

Pour la transmission des signaux codés de données qui comprennent une ou plusieurs séquences successives de N très courtes impulsions, les impulsions
5 peuvent être de différentes formes pour autant que leur largeur soit généralement inférieure à 1 ns. Il peut s'agir par exemple d'impulsions de forme gaussienne à une ou deux polarités ou alternances.

Comme plusieurs dispositifs émetteur et récepteur à ultra-large bande (UWB) peuvent se trouver à proximité dans un même espace pour la transmission de signaux
10 de données, le codage des séquences des signaux de données transmises est en principe personnalisé au dispositif émetteur. De cette manière, le dispositif récepteur peut reconnaître les signaux codés provenant d'un dispositif émetteur particulier. En addition, tous les codes utilisés pour le codage des données sont en principe orthogonaux, ce qui signifie qu'en les corrélant l'un avec l'autre le résultat de la
15 corrélation donne une valeur proche de 0.

Habituellement, les données transmises dans des signaux à séquences d'impulsions peuvent être codées par exemple par une modulation temporelle dénommée de position d'impulsions (PPM, Pulse Position Modulation en terminologie anglaise). L'espace temporel entre chaque impulsion, et l'instant d'apparition de la
20 première impulsion de chaque séquence peut donc définir le codage souhaité pour la communication des données. Pour ce faire, les impulsions de chaque séquence sont émises à une fréquence de répétition (PRF, Pulse Repetition Frequency en terminologie anglaise) qui peut être supérieure par exemple à 10 MHz. Chacune des impulsions est donc transmise dans une fenêtre de répétition ayant une longueur
25 déterminée qui peut être par exemple de 20 ns ou supérieure. En fonction d'un codage temporel souhaité, l'impulsion peut être en avance ou en retard par rapport à une position théorique d'émission déterminée afin de pouvoir coder par exemple un "0" ou un "1".

Lorsqu'une transmission de signaux codés à séquences d'impulsions est effectuée comme indiqué ci-devant, il est nécessaire qu'au niveau de la réception de
30 ces signaux dans le dispositif récepteur, les impulsions puissent être détectées en fonction de leur position suite à une modulation du type PPM. Ceci exige généralement une très grande cohérence de temporisation dans les dispositifs émetteur et récepteur pour la détection des données transmises.

35 Les signaux codés de données, qui sont transmis par le dispositif émetteur, peuvent être réfléchis ou réfractés par différents obstacles avant d'être captés par le dispositif récepteur. De ce fait, plusieurs signaux codés décalés dans le temps, c'est-

à-dire les signaux à trajets direct et/ou multiples, qui comprennent des données identiques, peuvent être captés par le dispositif récepteur.

Plusieurs techniques pour la démodulation de l'information contenue dans des signaux codés de données reçus par un dispositif récepteur traditionnel ont déjà été
5 proposées par le passé. Une de ces techniques connues consiste à corrélér les signaux codés de données captés et mis en forme dans le dispositif récepteur avec une réplique en avance et une réplique en retard de signaux de référence. Les signaux corrélés en avance de phase et en retard de phase sont par la suite intégrés, et un ajustement du code de chaque réplique est effectué dans une boucle
10 d'asservissement du code jusqu'à ce que le niveau des signaux intégrés en avance de phase et en retard de phase soit identique. Toutefois, si tous les signaux à trajets multiples doivent être détectés, plusieurs étages de corrélation sont utilisés pour travailler en parallèle. De ce fait, la consommation électrique du dispositif récepteur est importante, et beaucoup de composants électroniques sont nécessaires pour le
15 traitement des signaux dans le dispositif récepteur, ce qui constitue un inconvénient majeur.

L'invention a donc pour but principal de pallier les inconvénients de l'art antérieur en fournissant un procédé de communication de données sans fil par des signaux codés de données à ultra-large bande qui soit à même de traiter simplement
20 tous les signaux codés à trajets direct et/ou multiples captés par le dispositif récepteur.

Un autre but de l'invention est de fournir un procédé de communication de données sans fil par des signaux codés de données à ultra-large bande permettant de maximiser l'amplitude des impulsions de données par rapport au bruit capté par le
25 dispositif récepteur.

A cet effet, l'invention concerne un procédé cité ci-devant qui se caractérise en ce que les N impulsions d'une séquence d'impulsions des signaux codés de données à trajets direct et/ou multiples reçus par le dispositif récepteur sont traitées chacune dans une parmi N fenêtres temporelles correspondantes de réception, chacune des N
30 fenêtres temporelles de réception étant positionnée dans le temps en fonction d'un agencement théorique connu des N impulsions des signaux transmis par le dispositif émetteur, et en ce qu'une opération d'addition des N fenêtres est réalisée dans le dispositif récepteur pour que le niveau d'amplitude des impulsions additionnées soit supérieur au niveau d'amplitude du bruit capté par le dispositif récepteur.

35 Un avantage du procédé de communication selon l'invention est que la majeure partie des impulsions des signaux à trajets direct et/ou multiples reçus de chaque fenêtre temporelle peuvent être additionnées de manière cohérente, car

chacune des N fenêtres temporelles de réception est positionnée dans le temps selon un emplacement connu des N impulsions des signaux codés de données transmis par le dispositif émetteur. Même si les signaux à trajet direct ne peuvent pas être captés par le dispositif récepteur en fonction d'un obstacle sur le chemin des signaux, il est possible de réaliser une addition cohérente des impulsions de chaque fenêtre correspondante provenant des signaux codés à trajets multiples.

Chaque fenêtre peut être choisie avec une largeur suffisante pour capter chacune des N impulsions de tous les signaux captés par le dispositif récepteur. Cette largeur, qui est la même pour toutes les fenêtres temporelles, peut être ajustée en fonction des caractéristiques de propagation du canal de transmission, et durant la phase de recherche en temps et en fréquence pour l'acquisition des données des signaux reçus. La largeur de chaque fenêtre peut être par exemple de 20 ou 50 ns, et chaque fenêtre est en principe centrée sur une position théorique de référence relative aux impulsions des signaux à trajet direct.

L'emplacement du début de chaque fenêtre correspond à l'emplacement des impulsions d'une séquence des signaux codés de données pour réaliser une addition cohérente des impulsions de chaque fenêtre. Avec cette addition cohérente des impulsions des fenêtres temporelles, le niveau d'amplitude des impulsions additionnées devient supérieur au niveau du bruit si le dispositif récepteur est bien synchronisé en temps et en fréquence par rapport au dispositif émetteur. Après cette étape d'addition des fenêtres temporelles, une démodulation des données peut être effectuée dans une unité de traitement des signaux du dispositif récepteur.

L'addition des fenêtres peut être réalisée analogiquement avant une conversion analogique-numérique des signaux de données, ou numériquement après la conversion analogique-numérique. Afin de réduire la consommation électrique du dispositif récepteur, l'échantillonnage des signaux dans un étage de conversion analogique-numérique peut être effectué uniquement pendant des intervalles de temps identiques à la durée des fenêtres temporelles.

Grâce à l'addition des fenêtres temporelles, le niveau d'amplitude des signaux de bruit captés par le dispositif récepteur diminue fortement, par rapport au niveau des impulsions additionnées. Ceci est dû au fait que la polarité en tension des signaux de bruit dans l'intervalle temporel de chaque fenêtre n'est pas définie précisément, au contraire de la polarité en tension des impulsions des signaux de données.

De préférence, les données sont codées par une modulation temporelle des impulsions de chaque séquence comme indiqué ci-devant. Cependant, il peut être envisagé également de coder les données par une modulation de polarité ou de phase des impulsions ou par une combinaison de modulation temporelle et de polarité

ou de phase des impulsions. Dans le cas d'une modulation de polarité des impulsions, chaque fenêtre qui comprend une ou plusieurs impulsions, est multipliée par -1 pour des impulsions de polarité négative et par $+1$ pour des impulsions de polarité positive de manière à pouvoir par la suite additionner les impulsions de toutes les fenêtres de manière cohérente.

- 5 Un autre avantage du procédé de communication selon l'invention est qu'un ajustement de la fréquence des signaux d'horloge ou d'échantillonnage du dispositif récepteur peut être effectué grâce au résultat de l'addition des fenêtres temporelles. La fréquence des signaux d'horloge ou d'échantillonnage est ajustée à la fréquence
- 10 des signaux d'horloge du dispositif émetteur par une unité de traitement des signaux du dispositif récepteur. Cet ajustement de la fréquence peut être fait à tout moment quand on remarque par exemple une modification d'emplacement des impulsions additionnées dans une fenêtre temporelle finale ou que le niveau d'amplitude des impulsions additionnées diminue.
- 15 Pour opérer cet ajustement, les signaux de données transmis par le dispositif émetteur peuvent comprendre une trame de synchronisation. Cette trame de synchronisation comprend plusieurs séquences successives de N impulsions personnalisées au dispositif émetteur. Ainsi, comme l'emplacement des impulsions de chacune des séquences est connue par le dispositif récepteur, il peut effectuer une
- 20 recherche à deux dimensions en temps et en fréquence afin de trouver le début de la transmission ainsi que l'écart de fréquence.

Grâce au procédé de communication selon l'invention, il est possible de choisir et poursuivre la fréquence d'échantillonnage ou des signaux d'horloge afin de maximiser le pic d'amplitude des impulsions additionnées que ce soit des impulsions

25 de signaux à trajets direct ou multiples.

Un autre avantage du procédé de communication selon l'invention est qu'il peut être utilisé dans un but de positionnement. Pour ce faire, il est en général prévu qu'au moins deux dispositifs émetteurs, voire trois dispositifs émetteurs transmettent des signaux codés de données. Ceci permet au dispositif récepteur de pouvoir

30 calculer des coordonnées de positionnement en fonction du calcul du temps d'arrivée des premiers signaux codés comme décrit ci-après. Pour une opération de positionnement, le nombre N d'impulsions par séquence de données transmises peut être par exemple égal à 1024 avec une largeur d'impulsion se situant par exemple à 0.5 ns.

35 Un autre avantage du procédé de communication selon l'invention est que le niveau du bruit capté peut être estimé dans l'unité de traitement des signaux du dispositif récepteur. Pour ce faire, plusieurs amplitudes maximales en valeur absolue

des signaux d'une ou plusieurs sous-fenêtres temporelles décalées par intervalles de temps spécifié du début de la fenêtre temporelle à la fin de ladite fenêtre temporelle sont calculées successivement ou en parallèle dans l'unité de traitement des signaux du dispositif récepteur. Cette estimation peut être réalisée avant ou après l'opération

5 d'addition des fenêtres temporelles.

- Un autre avantage du procédé de communication selon l'invention est qu'il permet de calculer le temps d'arrivée des premiers signaux codés de données à trajet direct et/ou multiples. Dans le cas où les signaux à trajet direct ne sont pas captés par le dispositif récepteur, les premiers signaux à trajets multiples sont traités. Cette
- 10 opération d'estimation du temps d'arrivée consiste à calculer tout d'abord une enveloppe positive des signaux de chaque fenêtre temporelle ou de la fenêtre temporelle finale. Par la suite, une détermination des points minimum et maximum de l'enveloppe est effectuée et un point central est calculé à partir duquel une fonction qui peut être tangente ou affine permet d'estimer le flanc montant de l'enveloppe.
- 15 L'invention concerne également un dispositif récepteur pour la mise en œuvre du procédé de communication de données sans fil dans lequel les impulsions de tous les signaux codés à trajets direct et/ou multiples captés peuvent être traitées simplement.

- A cet effet, le dispositif récepteur pour la mise en œuvre du procédé de
- 20 communication, qui comprend un second étage oscillateur délivrant au moins un second signal d'horloge à une seconde fréquence définie, une seconde unité de traitement des signaux reliée au second étage oscillateur, et un étage de conversion analogique-numérique des signaux codés de données reçus par la seconde antenne à large bande, se caractérise en ce que l'unité de traitement des signaux comprend
- 25 des moyens d'addition de fenêtres temporelles pour réaliser une addition cohérente des impulsions de chacune des N fenêtres temporelles.

- Les buts, avantages et caractéristiques du procédé de communication de données sans fil par des signaux codés de données à ultra-large bande, et du dispositif récepteur pour sa mise en œuvre apparaîtront mieux dans la description
- 30 suivante de formes d'exécution de l'invention en liaison avec les dessins dans lesquels :

- la figure 1a représente de manière schématique un système de communication de données pour la mise en œuvre du procédé de communication selon l'invention, dans lequel une addition des fenêtres temporelles dans un dispositif
- 35 récepteur est réalisée numériquement,
- la figure 1b représente de manière schématique un système de communication de données pour la mise en œuvre du procédé de communication

selon l'invention, dans lequel une addition des fenêtres temporelles dans un dispositif récepteur est réalisée analogiquement,

- la figure 2 représente schématiquement la manière d'additionner des signaux des N fenêtres temporelles dans un dispositif récepteur pour le procédé de

5 communication selon l'invention,

- les figures 3a à 3d représentent des graphiques montrant une modulation temporelle de codage des données, une modulation de polarité de codage des données, une modulation temporelle et de polarité de codage des données, et une modulation en amplitude de codage des données transmises du procédé de

10 communication selon l'invention,

- la figure 4 représente de manière simplifiée des signaux codés de données débutant par une trame de synchronisation pour le procédé de communication selon l'invention,

- la figure 5 représente des graphiques de signaux dans le dispositif émetteur et dans le dispositif récepteur dans le cas d'une synchronisation en temps et en fréquence des signaux d'horloge des deux dispositifs, d'un écart en fréquence des signaux d'horloge et d'une non synchronisation temporelle des fenêtres du procédé de communication selon l'invention,

15 - les figures 6a et 6b représentent une forme d'exécution d'un étage de conversion analogique-numérique du dispositif récepteur, et des signaux de cadencement de l'étage de conversion pour la mise en œuvre du procédé de communication selon l'invention,

- la figure 7 représente un graphique des signaux d'une fenêtre temporelle du dispositif récepteur des étapes d'estimation du niveau du bruit capté du procédé de communication selon l'invention,

25 - la figure 8 représente un graphique d'une partie d'une fenêtre temporelle du dispositif récepteur des étapes du calcul de l'enveloppe positive des signaux de la fenêtre temporelle du procédé de communication selon l'invention, et

- la figure 9 représente un graphique d'une partie d'une fenêtre temporelle du dispositif récepteur des étapes du calcul du temps d'arrivée des premiers signaux codés de données à trajets direct ou multiples du procédé de communication selon l'invention.

30 Dans la description suivante, tous les éléments du système de communication de données sans fil par des signaux codés de données à ultra-large bande utilisés pour la mise en œuvre du procédé de communication, qui sont bien connus d'un homme du métier dans ce domaine technique, ne seront pas expliqués en détail.

Aux figures 1a et 1b, il est représenté schématiquement un système de communication 1 pour la mise en œuvre du procédé de communication de données sans fil par des signaux codés de données S_D à ultra-large bande. Le système de communication 1 comprend au moins un dispositif émetteur 2 qui transmet des
5 signaux codés de données S_D par une première antenne à large bande 27 et un dispositif récepteur 3 qui reçoit des signaux codés de données à trajets direct et/ou multiples par une seconde antenne à large bande 37.

Comme expliqué ci-après notamment en référence à la figure 2, les impulsions à trajets direct et/ou multiples reçues par le dispositif récepteur 3 et correspondant à
10 la transmission d'une des N impulsions des signaux codés de données sont traitées ou sélectionnées dans une parmi N fenêtres temporelles correspondantes dans le dispositif récepteur 3. Comme chaque fenêtre temporelle est positionnée chronologiquement en fonction de la position connue de chaque impulsion des signaux codés de données S_D transmis, une addition des fenêtres temporelles est
15 effectuée pour additionner de manière cohérente les impulsions de chaque fenêtre.

De manière générale, le dispositif émetteur 2 comprend un étage oscillateur 21 pour fournir un signal d'horloge CLK_e , dont la fréquence dépend d'un résonateur à quartz 22, une unité de traitement des signaux 23 cadencée par le signal d'horloge, et une unité de mise en forme des impulsions 24 reliée à l'unité de traitement des
20 signaux 23. Etant donné l'emploi d'un étage oscillateur 21 à quartz 22, la fréquence des signaux d'horloge CLK_e peut être de préférence multipliée M fois dans l'unité de traitement des signaux 23. Cette multiplication par M de la fréquence des signaux d'horloge CLK_e est obtenue conventionnellement à l'aide de portes à délai non représentées, et une combinaison des impulsions de cadencement en sortie de ces
25 portes à délai.

Dans l'unité de traitement des signaux 23, la fréquence utile pour la génération d'impulsions de données doit normalement être supérieure ou égale à 1 GHz. Ceci nécessite l'emploi d'au moins 4 portes à délai décalées d'un quart de période par rapport à une période du signal d'horloge CLK_e à fréquence de l'ordre de 250 MHz.

30 Pour la transmission de signaux codés de données à ultra-large bande (UWB), l'unité de traitement 23 du dispositif émetteur 2 doit fournir, à l'unité de mise en forme des impulsions 24, une ou plusieurs séquences de N impulsions successives en tension ou en courant de polarité positive ou négative. Chaque impulsion des séquences est produite dans un intervalle temporel correspondant à l'inverse d'une
35 fréquence de répétition. Pour des signaux de données à ultra-large bande, cette fréquence de répétition PRF (Pulse Repetition Frequency en terminologie anglaise) peut être supérieure ou égale à 10 MHz.

La manière de coder les données par des séquences de N impulsions dans l'unité de traitement des signaux 23 du dispositif émetteur 2 doit permettre d'une part de différencier chaque symbole ou caractère à transmettre et d'autre part de personnaliser le dispositif émetteur. Un dispositif récepteur 3 voisin peut ainsi

5 reconnaître la provenance des signaux de données reçus, car les différents codes utilisés pour personnaliser des dispositifs émetteurs sont orthogonaux.

L'unité de mise en forme des impulsions 24 reçoit les données sous forme d'une ou plusieurs séquences de N impulsions à transmettre par la première antenne à large bande 27 de l'unité de traitement des signaux 23. Ces impulsions de données
10 codées dans l'unité de traitement 23 sont amplifiées dans un amplificateur 25 de l'unité de mise en forme des impulsions 24, et filtrées dans un filtre passe-bande 26 traditionnel avant d'être transmises par la première antenne à large bande 27. Généralement, la forme des impulsions d'énergie des signaux de données S_D transmis par la première antenne à large bande 27 est obtenue par dérivation des
15 impulsions mises en forme, due à une commutation de courant d'antenne. Les impulsions transmises peuvent être de forme gaussienne à une ou deux alternances, ou d'une autre forme.

La manière de coder des données, telles qu'un ou plusieurs caractères ou symboles, par une ou plusieurs séquences de N impulsions dans les signaux de
20 données à transmettre est présentée aux figures 3a à 3d.

Les données peuvent être codées par une modulation temporelle des impulsions de chaque séquence, comme montré à la figure 3a. Cette modulation est dénommée PPM (Pulse Position Modulation en terminologie anglaise). La forme des impulsions présentée est de forme gaussienne à deux alternances. Bien entendu,
25 cette forme des impulsions peut être également de forme gaussienne à une alternance positive ou négative, ou de diverses autres formes.

Dans cette figure 3a, chaque caractère C1 et C2 est défini par N impulsions, dont chaque impulsion est de durée inférieure à 1 ns, dans une période de répétition de séquence T_{rep} . Chaque impulsion est produite par intervalle temporel $1/PRF$
30 correspondant à l'inverse de la fréquence de répétition PRF comme décrit ci-devant. La position temporelle de chaque impulsion dans l'intervalle temporel est spécifique au caractère à coder. De plus, l'écart entre chaque impulsion de la séquence de N impulsions est de préférence pseudo-aléatoire pour personnaliser le dispositif émetteur. Avec cet agencement des N impulsions par période de répétition de
35 séquence T_{rep} , le caractère ou symbole C2 se différencie du caractère ou symbole C1 uniquement par une différence temporelle dt de chacune des N impulsions produites.

Bien entendu pour d'autres caractères ou symboles à transmettre, la différence temporelle dt est chaque fois différente.

Le temps de répétition de séquence $T_{\text{rép}}$ peut être par exemple de 0.1 ms avec 1024 impulsions par séquence, ou 10 μ s avec 256 impulsions par séquence.

5 Les données peuvent également être codées par modulation de polarité ou de phase des impulsions produites par l'unité de traitement des signaux du dispositif émetteur comme montré à la figure 3b.

Dans cette figure 3b, on remarque que l'écart temporel identique entre chaque impulsion est égal à une valeur de période de répétition $1/PRF$. Par contre, la polarité
10 des impulsions, notamment leur phase, est une caractéristique du codage personnalisant le dispositif émetteur, ainsi que du caractère ou symbole D1 ou D2 à transmettre dans les signaux de données.

La polarité positive ou phase nulle des impulsions à double alternance peut définir un état +1, alors qu'une polarité négative ou phase à 180° des impulsions à
15 double alternance peut définir un état -1. Comme la forme des impulsions présentées à la figure 3b est une forme gaussienne à deux alternances, la différence entre un état +1 et un état -1 se remarque par un déphasage de 180° de l'impulsion. Toutefois, il aurait tout à fait pu être imaginé une forme gaussienne à une alternance positive pour définir un état +1 d'une impulsion, ou à une alternance négative pour définir un
20 état -1 d'une impulsion.

A la figure 3c, les données sont codées par combinaison d'une modulation temporelle et de polarité des impulsions. Les N impulsions d'une séquence pour définir le caractère ou symbole E1 ou E2 sont présentées à simple alternance. Chaque impulsion peut être de polarité positive ou négative. Toutefois, le caractère ou
25 symbole E2 se différencie du caractère ou symbole E1 par un écart temporel dt de chaque impulsion produite. Il est à noter que la polarité de chaque impulsion à une alternance de chaque caractère pourrait également être différente.

Finalement à la figure 3d, il est représenté un codage des données par modulation d'amplitude des impulsions à simple alternance positive. L'amplitude d'une
30 impulsion en dessous d'un seuil déterminé d'amplitude définit un 0, alors que l'amplitude d'une impulsion en dessus du seuil déterminé définit un 1. Dans le cas de la modulation en amplitude des impulsions, l'écart temporel identique entre chaque impulsion est égal à une valeur de période de répétition $1/PRF$. Le caractère ou symbole F1 se différencie du caractère ou symbole F2 par une séquence de N
35 impulsions à amplitude différente.

Il est à noter que la modulation en amplitude des impulsions n'est pas une méthode robuste. De plus, elle est difficile à mettre en œuvre dans une technologie

UWB, ce qui fait que préférentiellement, les données sont codées selon une des modulations présentées dans les figures 3a à 3c, ou une combinaison de ces modulations.

- Pour la réception de signaux codés de données à trajets direct et/ou multiples
- 5 S_D , le dispositif récepteur 3 comprend tout d'abord une seconde antenne à large bande 37. Cette antenne 37 fournit des signaux, qui sont dérivés sur la base des signaux codés de données captés, à un amplificateur à faible bruit 36, muni d'un filtre passe-bande, dénommé LNA (Low Noise Amplifier en terminologie anglaise). A la suite de cet amplificateur LNA 36, il peut être prévu un amplificateur 35 à commande
- 10 du gain automatique AGC (Automatic Gain Control en terminologie anglaise), dont le facteur d'amplification A_C est commandé par des moyens de commande 43 d'une unité de traitement des signaux 33. L'amplificateur 35 fournit des signaux amplifiés intermédiaires S_{INT} à un étage de conversion analogique-numérique 34 chargé de convertir numériquement les signaux analogiques.
- 15 Le dispositif récepteur 3 comprend encore un étage oscillateur 31 pour fournir un signal d'horloge CLK_r , dont la fréquence dépend d'un résonateur à quartz 32, et une unité de traitement des signaux 33 cadencée par le signal d'horloge CLK_r . Les signaux d'horloge CLK_r sont fournis notamment aux moyens de commande 43 de l'unité de traitement des signaux.
- 20 Etant donné l'emploi d'un étage oscillateur 31 à quartz 32, les moyens de commande 43 sont chargés de multiplier la fréquence d'horloge CLK_r par un facteur n comme pour le dispositif émetteur décrit ci-devant. Sur la base des signaux d'horloge CLK_r , les moyens de commande 43 fournissent notamment des signaux de cadencement CLK_{1-n} à l'étage de conversion analogique-numérique 34 pour des
- 25 opérations d'échantillonnage. Cet étage de conversion 34 sera décrit ci-dessous en référence aux figures 6a et 6b.

Il est à noter que pour réduire la consommation électrique du dispositif récepteur, il peut être envisagé de n'effectuer l'échantillonnage des signaux intermédiaires uniquement pendant des périodes identiques à la largeur temporelle de

30 chaque fenêtre.

Selon une première forme d'exécution du dispositif récepteur 3 de la figure 1a, l'unité de traitement des signaux 33 comprend en plus des moyens de commande 43, des moyens d'addition de fenêtres numériques 41 pour recevoir des signaux échantillonnés S_{NUM} de l'étage de conversion analogique-numérique 34, des moyens

35 de démodulation de données 42 et des moyens d'estimation du temps d'arrivée 44. Les moyens 42 et 44 sont tous les deux connectés en sortie des moyens d'addition de fenêtres numériques 41 pour recevoir des signaux d'une fenêtre finale d'addition W_S .

Pour la commande des opérations de l'unité de traitement des signaux 33, les moyens de commande 43 fournissent tout d'abord des signaux de commande C_{FN} aux moyens d'addition de fenêtres numériques 41. Ces signaux de commande C_{FN} permettent d'ajuster la temporisation des fenêtres temporelles de sélection des parties
5 des signaux numériques, c'est-à-dire le placement de la première des N fenêtres dans le temps.

Pour un agencement des fenêtres temporelles, il doit donc être opéré une recherche à deux dimensions en temps et en fréquence. Cette recherche permet d'obtenir une bonne synchronisation et une fréquence d'horloge de l'étage oscillateur
10 31 adaptée proportionnellement à la fréquence d'horloge de l'étage oscillateur 21 qui est à la base de la génération des impulsions des signaux codés de données transmis. Ainsi, les moyens de commande 43 peuvent ajuster directement la fréquence des signaux d'horloge CLK_r par des signaux de commande C_H . Ces
15 signaux de commande C_H peuvent permettre d'adapter une valeur résistive ou capacitive d'un réseau de résistances ou de condensateurs bien connus de l'étage oscillateur 31.

Une autre méthode pour la recherche en fréquence consiste à utiliser les signaux de commande C_{FN} pour modifier l'échelle de temps ou de fréquence de répétition des N fenêtres à additionner des moyens d'addition de fenêtres numériques
20 41. Ceci correspond à effectuer une opération de ré-échantillonnage dans l'unité de traitement de signaux 33 du dispositif récepteur 3 avec une fréquence de ré-échantillonnage différente de la fréquence d'échantillonnage de l'étage de conversion analogique-numérique AN 34. Cette fréquence de ré-échantillonnage générée par les
25 moyens de commande 43 peut être bien plus élevée de manière à augmenter la précision notamment pour le positionnement.

Une fois que l'opération d'addition des fenêtres est réalisée dans les moyens d'addition de fenêtres numériques 41, les moyens de commande fournissent des signaux de commande C_D aux moyens de démodulation de données 42. Ces moyens de démodulation de données sont susceptibles de fournir des données uniquement
30 dans le cas où les N impulsions d'une séquence des fenêtres temporelles ont pu être additionnées de manière cohérente.

Pour reconnaître le ou les caractères ou symboles transmis dans les signaux codés de données, les signaux W_S de la fenêtre finale doivent présenter aux moyens de démodulation 42 une ou plusieurs impulsions dont l'amplitude est supérieure à un
35 seuil déterminé et au niveau du bruit capté par le dispositif récepteur 3. De cette manière, il est possible de déterminer le ou les caractères ou symboles notamment

par la position des impulsions dans la fenêtre finale pour une modulation du type PPM.

Il est à noter que l'impulsion à amplitude maximale de la fenêtre finale n'est pas nécessairement due aux N impulsions additionnées des signaux à trajet direct, car il se peut que des obstacles sur le chemin des signaux codés de données, atténue l'amplitude de chaque impulsion des signaux à trajet direct ou empêche la réception de ces signaux. Cependant comme les N impulsions de tous les signaux codés de données à trajets direct et multiples peuvent être traitées chacune dans une parmi N fenêtres temporelles de largeur adaptée, il est possible de fournir des signaux W_S de la fenêtre finale aux moyens de démodulation 42 dans laquelle au moins une impulsion maximale résulte de signaux à trajets multiples.

Pour une estimation du niveau du bruit et du temps d'arrivée des impulsions des premiers signaux codés de données à trajets direct ou multiples, les moyens de commande 43 fournissent des signaux de commande C_E aux moyens d'estimation du temps d'arrivée 44 pour qu'une information du temps d'arrivée TOA soit fournie. Ces moyens d'estimation du temps d'arrivée sont expliqués ci-après en référence aux figures 7 à 9.

Selon une deuxième forme d'exécution du dispositif récepteur présentée à la figure 1b, la différence essentielle par rapport à la première forme d'exécution de la figure 1a est que l'addition des fenêtres se fait dans des moyens d'addition de fenêtres analogiques 45. Ces moyens 45 peuvent être en dehors de l'unité de traitement des signaux 33 ou être incorporés dans ladite unité 33. Ces moyens d'addition de fenêtres analogiques 45 peuvent être intercalés entre l'amplificateur 36 et l'amplificateur 35. Toutefois, ces moyens 45 peuvent aussi être placés après l'amplificateur 35 et avant l'étage de conversion analogique-numérique 34.

Conventionnellement pour réaliser une addition de toutes les fenêtres temporelles analogiquement, il est utilisé plusieurs portes à retard en nombre N-1 non représentées dont la durée est ajustée à la position de chacune des N fenêtres souhaitées. Les signaux codés de données reçus par l'antenne 37 passent à travers chacune de ces portes de manière à pouvoir additionner en bon synchronisme pendant une durée équivalente à la largeur de chaque fenêtre, les signaux en sortie de chaque porte à retard avec les signaux à l'entrée de la première de ces portes. Les signaux résultant de cette addition sont ensuite amplifiés par l'amplificateur 35 et échantillonnés par l'étage de conversion 34.

L'étage de conversion analogique-numérique 34 fournit des signaux numériques S_{NUM} correspondant à l'échantillonnage des signaux provenant de la fenêtre finale d'addition des moyens d'addition de fenêtres analogiques 45. Ces

signaux numériques S_{NUM} sont traités directement par les moyens de démodulation 42 et les moyens d'estimation du temps d'arrivée 44.

La figure 2 présente l'opération d'addition des fenêtres temporelles qui est une caractéristique principale du procédé de communication de données que ce soit une

5 addition de signaux analogiques ou numériques.

Les signaux codés de données, qui sont captés par la seconde antenne du dispositif récepteur, comprennent du bruit en plus des impulsions de chaque séquence définissant les données à démoduler. Ce bruit sur la figure 2 est représenté par des traits interrompus pour bien le distinguer des impulsions des signaux codés de données. On peut voir que dans chaque fenêtre FEN_1 à FEN_N , des impulsions de signaux à trajets direct et multiples sont captés par le dispositif récepteur, mais avec un niveau d'amplitude plus faible que le niveau du bruit.

Les N fenêtres, dans lesquelles sont présentes les impulsions de tous les signaux codés de données captés provenant d'un dispositif émetteur spécifique, sont disposées selon un agencement dans le temps déterminé en fonction de la position théorique connue de chaque impulsion de signaux codés à trajet direct. La largeur de chaque fenêtre T_W est adaptée de telle manière à pouvoir détecter les impulsions de plusieurs signaux codés à trajets direct et multiples portant la même information, ce qui est un avantage de la présente invention.

20 Chaque fenêtre temporelle peut être de largeur comprise entre 20 et 50 ns par exemple, et débute avant l'apparition de chaque impulsion des signaux à trajet direct. Cependant cette largeur peut être plus petite tout en permettant de capter au moins un des signaux à trajets multiples en plus des signaux à trajet direct, ou également plus grande par exemple de l'ordre 100 ns dans le cas d'un positionnement.

25 Dans un système de communication de données de positionnement ou de texte ou de synchronisation, il est généralement nécessaire que la largeur des fenêtres temporelles soit plus grande durant la recherche de synchronisation temporelle. Ceci permet de détecter des signaux à trajets direct et/ou multiples qui peuvent être potentiellement reçus avec beaucoup de retard ou d'avance sur la position théorique recherchée.

30 Lorsque la synchronisation temporelle est trouvée et que la fréquence des signaux d'horloge des dispositifs émetteur et récepteur est bien ajustée, chaque impulsion d'une séquence de données est bien située dans chaque fenêtre temporelle. De ce fait, quand toutes les fenêtres temporelles FEN_1 à FEN_N sont additionnées par au moins un additionneur 51, toutes les impulsions des séquences de tous les signaux captés par le dispositif récepteur sont additionnées de manière cohérente pour maximiser le niveau d'amplitude des impulsions par rapport au niveau

du bruit. Comme la polarité en tension des signaux de bruit dans l'intervalle temporel de chaque fenêtre n'est pas définie précisément, au contraire de la polarité en tension des impulsions des signaux de données, le niveau d'amplitude du bruit après l'opération d'addition est plus faible que le niveau d'amplitude des impulsions.

5 Comme pour obtenir une addition cohérente des impulsions de chaque
fenêtre, il est nécessaire d'avoir une bonne synchronisation entre le dispositif
émetteur et le dispositif récepteur. Pour ce faire avant de transmettre différents
caractères ou symboles dans les signaux de données, il peut être souhaité de
transmettre au début une trame de synchronisation comme montré symboliquement à
10 la figure 4. Cette trame de synchronisation est composée d'une ou plusieurs
séquences successives à N impulsions. Ceci permet de laisser le temps au dispositif
récepteur d'ajuster l'emplacement des fenêtres en fonction de la position de chaque
impulsion des séquences. De plus, cela permet de laisser le temps de synchroniser la
fréquence du second étage oscillateur 31 avec le premier étage oscillateur 21, ou de
15 synchroniser la fréquence de ré-échantillonnage de l'unité des moyens d'addition de
fenêtres numériques 41.

Pour comprendre l'importance d'avoir une bonne synchronisation entre le
dispositif émetteur et le dispositif récepteur de manière à pouvoir démoduler les
données de signaux codés reçus, on peut se reporter à différents signaux présentés à
20 la figure 5. Les signaux A à C sont des signaux du dispositif émetteur, alors que les
signaux D à I sont des signaux du dispositif récepteur. Dans cette figure 5, le nombre
N d'impulsions est choisi égal à 5 ce qui correspond à un gain de traitement PG
(processing gain en terminologie anglaise) de l'ordre de 7 dB après l'opération
d'addition des fenêtres temporelles dans le dispositif récepteur.

25 Ce gain de traitement peut être calculé à l'aide de la formule $PG = 10 \cdot \log N$
[dB], ce qui fait que si un gain plus important est souhaité, il est nécessaire que
chaque séquence, qui définit un ou plusieurs caractères, comprennent un nombre N
important d'impulsions. Bien entendu avec un nombre plus important d'impulsions par
séquence, un ralentissement de démodulation des données est inévitable, mais peut
30 être toléré selon le type de données à transmettre. Par exemple, avec un nombre N
égal à 200, le gain de traitement serait de l'ordre de 23 dB, et avec un nombre N égal
à 1024, le gain de traitement serait de l'ordre de 30 dB.

Les signaux A correspondent à des signaux d'horloge de référence à
fréquence f_0 qui sont utilisés pour cadencer la modulation des données dans l'unité de
35 traitement du dispositif émetteur.

Les signaux B sont des signaux sortant de l'unité de traitement du dispositif
émetteur qui comprennent une impulsion rectangulaire par période de répétition.

1/PRF. Ces signaux B sont des signaux de déclenchement de l'unité de mise en forme des impulsions du dispositif émetteur.

Les signaux C correspondent aux signaux codés de données transmis par l'antenne à large bande du dispositif émetteur. Les données dans ces signaux codés
5 sont définis par des impulsions à double alternance de largeur inférieure à 1 ns.

Les signaux D correspondent aux signaux captés par l'antenne à large bande du dispositif récepteur. On remarque que ces signaux peuvent contenir des impulsions à trajets direct et/ou multiples, qui peuvent avoir une forme différente des impulsions transmises après l'antenne à large bande du dispositif récepteur. En
10 pratique, une dérivée des impulsions des signaux codés peut être observée.

Les signaux E correspondent à des signaux de cadencement pour l'échantillonnage des signaux analogiques dans l'étage de conversion analogique-numérique du dispositif récepteur. La fréquence d'échantillonnage f_s des signaux E est identique à la fréquence f_0 des signaux d'horloge de référence du dispositif
15 émetteur.

Les signaux F correspondent à des signaux de cadencement pour l'échantillonnage des signaux analogiques dans l'étage de conversion analogique-numérique du dispositif récepteur, dont la fréquence d'échantillonnage f_s a un écart de fréquence par rapport à la fréquence f_0 . Cette fréquence doit être ajustée dans le
20 dispositif récepteur lors de la phase de recherche à deux dimensions en temps et en fréquence.

Les signaux G correspondent à des fenêtres temporelles d'échantillons de parties sélectionnées des signaux de données où le temps entre chaque début de fenêtre correspond exactement au temps entre chaque impulsion de la séquence de
25 données. La fréquence f_s d'échantillonnage est ajustée à la fréquence f_0 des signaux d'horloge de référence comme montrée par les signaux E. En additionnant les impulsions de manière cohérente de chacune de ces fenêtres de largeur T_W dans le dispositif récepteur, on remarque que le niveau d'amplitude des impulsions devient supérieur au niveau du bruit dans la fenêtre finale G_F .

30 Il est à noter que chaque fenêtre temporelle de réception d'une partie des signaux codés de données peut être obtenue, dans l'unité de traitement des signaux du dispositif récepteur, par une opération de multiplication par 1 des parties à sélectionner des signaux codés et par 0 des parties à supprimer.

Les signaux H correspondent à des fenêtres temporelles d'échantillons de parties sélectionnées des signaux de données où un écart de fréquence d'horloge est
35 constaté entre le dispositif émetteur et le dispositif récepteur en utilisant des signaux d'échantillonnage, tels que les signaux F. Dans ce cas, l'addition des impulsions de

chaque fenêtre ne permet juste pas d'obtenir un niveau d'amplitude des impulsions additionnées supérieures au niveau du bruit dans la fenêtre finale H_F .

Les signaux I correspondent à des fenêtres temporelles d'échantillons de parties sélectionnées des signaux de données où le temps entre chaque début de
5 fenêtre correspond exactement au temps entre chaque impulsion de la séquence de données, mais sans synchronisation temporelle entre le dispositif émetteur et le dispositif récepteur. La fréquence f_s d'échantillonnage est pourtant bien ajustée à la fréquence f_0 des signaux d'horloge de référence comme montrée par les signaux E. Cependant, le début des N fenêtres est temporellement décalée, ce qui a pour
10 conséquence qu'aucune impulsion de séquence n'est captée par le dispositif récepteur et donne une addition de fenêtres sans aucune impulsion comme montré dans la fenêtre finale I_F .

Comme le dispositif récepteur connaît l'agencement des séquences d'impulsions à capter, une première étape consiste à trouver le début de chaque
15 séquence d'impulsions soit en se décalant dans le temps de façon sérielle ou en cherchant en parallèle à plusieurs temps différents. Pour le cas où la fréquence d'échantillonnage n'est pas suffisamment proche par rapport à la fréquence des signaux d'horloge de référence du dispositif émetteur, cette recherche peut être répétée soit en série, soit en parallèle avec différentes fréquences d'échantillonnage.

20 Une fois que la synchronisation temporelle a été trouvée, la fréquence d'échantillonnage ou de ré-échantillonnage peut être adaptée à la fréquence des signaux d'horloge de référence du dispositif émetteur par contrôle du niveau d'amplitude des impulsions dans la fenêtre finale jusqu'à maximiser ce niveau d'amplitude par rapport au niveau du bruit.

25 A tout moment, la fréquence d'échantillonnage ou de ré-échantillonnage peut être adaptée par contrôle d'une éventuelle diminution du niveau d'amplitude des impulsions dans la fenêtre temporelle finale ou par déplacement progressif des impulsions dans cette fenêtre finale. Le déplacement des impulsions additionnées dans la fenêtre temporelle finale peut être dû à un effet Doppler si le dispositif
30 émetteur s'éloigne ou s'approche du dispositif récepteur.

Dans le cas où l'addition des fenêtres temporelles est réalisée analogiquement comme décrit ci-devant et illustré en figure 1b, on entendra par fréquence d'échantillonnage, la fréquence CLK_r , qui contrôlera l'addition des fenêtres analogiques.

35 Aux figures 6a et 6b, une forme d'exécution de l'étage de conversion analogique-numérique du dispositif récepteur est présentée, ainsi que des signaux de cadencement de convertisseurs de l'étage.

L'étage de conversion analogique-numérique comprend un nombre n de convertisseurs AN 53 à 55 travaillant en parallèle. Chaque convertisseur 53 à 55 est cadencé par un signal de cadencement CLK_1, CLK_2 à CLK_n de fréquence identique à la fréquence des signaux d'horloge CLK_r produits par l'étage oscillateur. Chaque

5 signal de cadencement CLK_1, CLK_2 à CLK_n est décalé en phase de $360^\circ/n$ pour chaque convertisseur 53 à 55. De ce fait, les n signaux de cadencement décalés en phase permettent de réaliser un échantillonnage des signaux analogiques intermédiaires S_{INT} à une fréquence effective f_e correspondant à n fois la fréquence des signaux d'horloge CLK_r .

10 Comme l'échantillonnage des signaux intermédiaires est généralement réalisé à une fréquence correspondant à 2 fois la largeur de bande des signaux codés de données, par exemple à une fréquence pouvant être égale ou supérieure à 2 GHz, il peut être envisagé d'avoir 4 convertisseurs cadencés par 4 signaux de cadencement décalés en phase l'un de l'autre de 90° comme illustré à la figure 6b. La fréquence

15 des signaux d'horloge CLK_r doit donc être 4 fois moins importante que la fréquence effective d'échantillonnage f_e .

A chaque flanc montant du signal de cadencement, chaque convertisseur 53 à 55 fournit des signaux binaires à m bits S_{D1} à S_{Dn} , où m peut prendre une valeur de 1 à 8. Ces signaux binaires S_{D1} à S_{Dn} sont fournis à des moyens de combinaison du

20 type à entrée série et sortie parallèle 56, qui sont chargés de combiner tous les signaux reçus des convertisseurs afin de fournir des signaux numériques S_{NUM} pour l'unité de traitement des signaux du dispositif récepteur.

Dans les figures 7 à 9, des graphiques des signaux d'une fenêtre temporelle sont présentés pour l'estimation du niveau du bruit, le calcul de l'enveloppe des

25 signaux d'une fenêtre et l'estimation du temps d'arrivée des signaux de données. Ces opérations sont réalisées dans les moyens d'estimation du temps d'arrivée 44 de l'unité de traitement des signaux 33, représentés aux figures 1a et 1b, sous la commande de signaux de commande C_E produits par les moyens de commande 43.

Tout d'abord en référence à la figure 7, une méthode d'estimation du niveau

30 du bruit A_N est présentée à l'aide d'un graphique des signaux d'une fenêtre temporelle. Cette méthode est basée sur le fait qu'à l'intérieur de l'intervalle d'observation de la fenêtre temporelle, il y a au moins une portion temporelle de la fenêtre de longueur T_N pendant laquelle il n'y a pas d'énergie propre aux impulsions des séquences de données transmises. Le niveau du bruit A_N estimé est plus faible

35 que le niveau d'amplitude maximal A_P des impulsions additionnées de manière cohérente.

Pour estimer ce niveau de bruit A_N , plusieurs valeurs d'amplitude maximale A_i en valeur absolue sont calculées de signaux $s_i(t)$, pour i allant de 0 à l , dans des sous-fenêtres temporelles de longueur T_N . Les $l+1$ sous-fenêtres temporelles pour le calcul des valeurs d'amplitude sont décalées temporellement l'une de l'autre d'un intervalle de temps déterminé de l'origine de la fenêtre temporelle d'observation à l'extrémité de cette fenêtre temporelle. Pour $l+1$ amplitudes à calculer, le nombre d'intervalles de temps est de l .

La valeur du niveau d'amplitude du bruit en valeur absolue A_N est égale à la valeur d'amplitude minimale parmi les A_i calculées, ou à la valeur minimale des maxima de tous les signaux $s_i(t)$.

A la figure 8, une méthode de calcul de l'enveloppe positive des signaux numérisés de la fenêtre temporelle est présentée sur une partie de ladite fenêtre temporelle.

Selon cette méthode, il est tout d'abord déterminé toutes les positions p_i du passage par zéro des signaux de la fenêtre temporelle, c'est-à-dire toutes les positions où l'échantillon avant et après p_i a un signe opposé. Après cette étape, il est déterminé les coordonnées (x_i, y_i) du maximum d'amplitude en valeur absolue dans chaque intervalle de p_i à p_{i+1} , pour i allant de 1 à $l-1$. Ensuite de quoi, il est calculé l'enveloppe en utilisant un algorithme d'interpolation qui peut être par exemple l'algorithme dénommé interpolation par des polynômes de Hermite du troisième ordre par morceaux (piecewise cubic Hermite interpolation en terminologie anglaise).

Finalement en référence à la figure 9, il est présenté une méthode d'estimation du temps d'arrivée des premiers signaux de données reçus par le dispositif récepteur. Ces premiers signaux peuvent être des signaux à trajet direct ou des signaux à trajets multiples en l'absence de trajet direct.

Pour cette estimation, il est tout d'abord calculé un seuil d'amplitude th qui est basé sur le pic d'amplitude A_p de l'enveloppe, ainsi que sur l'estimation du niveau d'amplitude du bruit A_N décrit en référence à la figure 7. Ce seuil th peut être calculé par la formule suivante : $th = 5 \cdot A_N + A_p/25$.

Par la suite, une estimation du flanc montant de l'enveloppe où le seuil th est dépassé pour la première fois est effectué en sélectionnant un segment de l'enveloppe montré en gras sur la figure 9. Une approximation de ce segment avec une fonction donnée est effectuée afin de pouvoir être utilisée pour estimer ce flanc montant de l'enveloppe. Pour ce faire, il est tout d'abord estimé le point maximum local de l'enveloppe aux coordonnées (x_M, y_M) qui suivent directement le point où l'enveloppe passe au-dessus du seuil th . Il est également estimé le point minimum

local de l'enveloppe aux coordonnées (x_m, y_m) qui précèdent le point où l'enveloppe passe au-dessus du seuil th .

Après l'établissement des ces coordonnées, il est effectué le calcul de la valeur y_h qui est égal à $0.5 \cdot (y_M + y_m)$, ce qui permet de trouver la coordonnée

5 correspondante x_h . On doit par la suite sélectionner une valeur de temps $t_1 \leq \min(x_M - x_h, x_h - x_m)$.

Après avoir sélectionné la valeur de temps t_1 , une sélection d'une séquence des échantillons de l'enveloppe de longueur $2 \cdot t_1$ centrée à la coordonnée x_h est réalisée. Finalement, une approximation du segment sélectionné d'échantillons de
10 l'enveloppe avec une fonction donnée est effectuée dans un sens des moindres carrés. Cette fonction peut être du type affine, ce qui permet d'estimer le flanc montant de l'enveloppe basée sur cette fonction. Au point $y=0$ de cette fonction affine, le temps d'arrivée des premiers signaux peut ainsi être déterminé.

A partir de la description qui vient d'être faite de multiples variantes de
15 réalisation du procédé de communication de données par des signaux à impulsions peuvent être conçues par l'homme du métier sans sortir du cadre de l'invention définie par les revendications. Le dispositif récepteur peut ne pas comprendre d'amplificateur à faible bruit à filtre intégré, car l'antenne à large bande du dispositif récepteur peut déjà remplir les fonctions de filtrage. Le dispositif récepteur peut être agencé pour
20 servir de dispositif émetteur, et le dispositif émetteur peut être agencé pour servir de dispositif récepteur pour pouvoir opérer un échange de données.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de communication de données sans fil entre un dispositif émetteur (2) ayant une première antenne à large bande (27) pour l'émission de signaux codés de données à ultra-large bande (S_D), et un dispositif récepteur (3) ayant une seconde antenne à large bande (37) pour la réception des signaux codés de données à trajets direct et/ou multiples, les données transmises étant définies par une ou plusieurs séquences de N impulsions où N est un nombre entier supérieur à 1, l'agencement des N impulsions de chaque séquence représentant un codage des données relatif au dispositif émetteur, caractérisé en ce que les N impulsions d'une séquence d'impulsions des signaux codés de données à trajets direct et/ou multiples reçus par le dispositif récepteur sont traitées chacune dans une parmi N fenêtres temporelles correspondantes de réception, chacune des N fenêtres temporelles de réception étant positionnée dans le temps en fonction d'un agencement théorique connu des N impulsions des signaux transmis par le dispositif émetteur, et en ce qu'une opération d'addition (51) des N fenêtres est réalisée dans le dispositif récepteur pour que le niveau d'amplitude des impulsions additionnées soit supérieur au niveau d'amplitude du bruit capté par le dispositif récepteur.
2. Procédé de communication selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif émetteur (2) transmet des signaux codés de données (S_D), dans lesquels les données sont codées par une modulation temporelle des impulsions de chaque séquence.
3. Procédé de communication selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif émetteur (2) transmet des signaux codés de données (S_D), dans lesquels les données sont codées par une modulation de polarité ou de phase des impulsions de chaque séquence.
4. Procédé de communication selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif émetteur (2) transmet des signaux codés de données (S_D), dans lesquels les données sont codées par une modulation temporelle et de polarité des impulsions de chaque séquence.
5. Procédé de communication selon la revendication 1, caractérisé en ce que les signaux codés de données (S_D) comprennent une trame de synchronisation pour permettre au dispositif récepteur de reconnaître le dispositif émetteur et de se synchroniser sur cette trame avant de démoduler les données reçues, cette trame de synchronisation étant composée d'une ou plusieurs séquences de N impulsions de période de répétition déterminée.

6. Procédé de communication selon la revendication 1, caractérisé en ce que la largeur identique de chacune des N fenêtres temporelles est plus petite que l'inverse de la fréquence de répétition des impulsions d'une séquence de signaux codés de données à transmettre, et en ce que cette largeur de fenêtre temporelle est
5 adaptée pour recevoir les impulsions des signaux à trajet direct et multiples captés par le dispositif récepteur, par exemple de largeur supérieure à 20 ns.

7. Procédé de communication selon la revendication 1, pour lequel le dispositif émetteur (2) comprend un premier étage oscillateur (21) délivrant au moins un premier signal d'horloge à une première fréquence définie (CLK_a), une première
10 unité de traitement des signaux (23) cadencée par le signal d'horloge fourni par le premier étage oscillateur afin de réaliser une modulation des données à transmettre, et une unité de mise en forme des N impulsions (24) de chaque séquence à transmettre par la première antenne à large bande (27) du dispositif émetteur en fonction de la modulation des données fournie par la première unité de traitement des
15 signaux, et pour lequel le dispositif récepteur (3) comprend un second étage oscillateur (31) délivrant au moins un second signal d'horloge à une seconde fréquence définie (CLK_r), une seconde unité de traitement des signaux (33) reliée au second étage oscillateur, et un étage de conversion analogique-numérique (34) des signaux codés de données reçus par la seconde antenne à large bande, caractérisé
20 en ce que les impulsions des signaux codés de données reçus sont échantillonnées dans l'étage de conversion analogique-numérique dans chacune des N fenêtres temporelles par au moins un signal d'échantillonnage (CLK_{1-n}) fourni par la seconde unité de traitement des signaux, le signal d'échantillonnage ayant une fréquence proportionnelle à la seconde fréquence du second signal d'horloge, et en ce que
25 l'opération d'addition des impulsions captées échantillonnées dans chaque fenêtre temporelle est effectuée dans la seconde unité de traitement des signaux.

8. Procédé de communication selon la revendication 7, caractérisé en ce que les signaux des fenêtres temporelles sont additionnés successivement et mémorisés dans au moins un registre de la seconde unité de traitement des signaux.

9. Procédé de communication selon la revendication 7, caractérisé en ce
30 que la seconde fréquence du second signal d'horloge est ajustée proportionnellement à la première fréquence du premier signal d'horloge par la seconde unité de traitement pour obtenir une amplitude maximale des impulsions de chaque fenêtre temporelle, qui sont additionnées de manière cohérente.

10. Procédé de communication selon la revendication 9, caractérisé en ce
35 que chaque fenêtre de réception positionnée dans le temps par rapport à l'emplacement théorique connu de chaque impulsion des signaux de données reçus

est centrée par rapport à une valeur théorique de référence ou par rapport à l'amplitude maximale des impulsions additionnées des signaux à trajets direct et/ou multiples captés par le dispositif récepteur.

11. Procédé de communication selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'une corrélation avec des signaux de référence de polarité identique à la polarité des signaux codés reçus par le dispositif récepteur est effectuée avant l'opération d'addition des impulsions résultantes de chaque fenêtre temporelle.

12. Procédé de communication selon la revendication 7, dans lequel la seconde unité de traitement des signaux (33) comprend des moyens d'addition des fenêtres numériques (41) et des moyens d'estimation du temps d'arrivée (44) des signaux codés de données, caractérisé en ce qu'après ou avant l'opération d'addition des fenêtres temporelles, le procédé comprend des étapes consistant à calculer plusieurs valeurs d'amplitude maximale (A_i) en valeur absolue de signaux dans des sous-fenêtres temporelles de longueur T_N définie, chacune des sous-fenêtres étant décalée temporellement l'une de l'autre d'un intervalle de temps déterminé de l'origine de la fenêtre temporelle de réception à l'extrémité de cette fenêtre temporelle, et à estimer un niveau d'amplitude du bruit en sélectionnant la valeur d'amplitude minimale de toutes les valeurs d'amplitudes calculées.

13. Procédé de communication selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend des étapes pour le calcul d'une enveloppe positive des signaux d'une fenêtre temporelle consistant à déterminer toutes les positions p_i du passage par zéro des signaux de la fenêtre temporelle, à déterminer les coordonnées (x_i, y_i) du maximum d'amplitude en valeur absolue dans chaque intervalle de p_i à p_{i+1} , pour i allant de 1 à $I-1$, I étant un nombre entier supérieur à 3, et à calculer l'enveloppe en utilisant un algorithme d'interpolation spécifique en passant par les coordonnées déterminées.

14. Procédé de communication selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend des étapes pour le calcul du temps d'arrivée des premiers signaux captés par le dispositif récepteur consistant à calculer un seuil d'amplitude th basé sur un maximum d'amplitude (A_P) de l'enveloppe, et un niveau d'amplitude estimé du bruit (A_N), à effectuer une estimation du flanc montant de l'enveloppe positive où le seuil th est dépassé pour la première fois, à estimer le point maximum local de l'enveloppe aux coordonnées (x_M, y_M) qui suivent directement le point où l'enveloppe passe au-dessus du seuil th , et le point minimum local de l'enveloppe aux coordonnées (x_m, y_m) qui précèdent le point où l'enveloppe passe au-dessus du seuil th , à calculer des coordonnées intermédiaires entre le point minimum et le point maximum, à effectuer à

l'endroit des coordonnées intermédiaires une approximation d'un segment sélectionné d'échantillons de l'enveloppe avec une fonction donnée, telle qu'une fonction affine, et à déterminer le temps d'arrivée des premiers signaux captés par le dispositif récepteur au passage par zéro ou une autre valeur de la fonction déterminée.

5 15. Procédé de communication selon la revendication 12, dans lequel la seconde unité de traitement des signaux comprend des moyens de commande pour fournir des signaux de commande (C_{FN}) aux moyens d'addition de fenêtres numériques (41) afin de modifier l'échelle de temps ou de fréquence de répétition des N fenêtres à additionner, caractérisé en ce qu'une opération de ré-échantillonnage est
10 effectuée dans la seconde unité de traitement des signaux (33) du dispositif récepteur (3) avec une fréquence de ré-échantillonnage, qui est générée par les moyens de commande (43), plus élevée que la fréquence d'échantillonnage de l'étage de conversion analogique-numérique (34).

15 16. Dispositif récepteur (3) pour la mise en œuvre du procédé de communication selon l'une des revendications précédentes, comprenant un étage oscillateur (31) délivrant au moins un signal d'horloge à une fréquence définie (CLK_r), une unité de traitement des signaux (33) reliée à l'étage oscillateur, et un étage de conversion analogique-numérique (34) des signaux codés de données reçus par une
20 antenne à large bande (37), caractérisé en ce que l'unité de traitement des signaux comprend des moyens d'addition de fenêtres temporelles (41, 45) pour réaliser une addition cohérente des impulsions de chacune des N fenêtres temporelles.

25 17. Dispositif récepteur (3) selon la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens d'addition de fenêtres temporelles (41) reçoivent des signaux numériques (S_{NUM}) de l'étage de conversion analogique-numérique pour réaliser une addition de fenêtres numériques.

18. Dispositif récepteur (3) selon la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens d'addition de fenêtres temporelles (45) reçoivent des signaux analogiques de données de la seconde antenne à large bande (37) pour réaliser une addition de fenêtres analogiques.

ABREGE

PROCEDE DE COMMUNICATION DE DONNEES SANS FIL PAR DES
SIGNAUX CODES DE DONNEES A ULTRA-LARGE BANDE. ET
DISPOSITIF RECEPTEUR POUR SA MISE EN ŒUVRE

Dans le procédé de communication de données sans fil, un dispositif émetteur (2) ayant une première antenne à large bande (27) transmet des signaux codés de données à ultra-large bande à un dispositif récepteur (3) ayant une seconde antenne à large bande (37) pour la réception des signaux codés de données à trajets direct et/ou multiples. Les données transmises sont définies par une ou plusieurs séquences de N impulsions où N est un nombre entier supérieur à 1. L'agencement des N impulsions de chaque séquence représente un codage des données relatif au dispositif émetteur. Les N impulsions d'une séquence d'impulsions des signaux codés de données à trajets direct et/ou multiples reçus par le dispositif récepteur sont traitées chacune dans une parmi N fenêtres temporelles correspondantes de réception. Chacune des N fenêtres temporelles de réception est positionnée dans le temps en fonction d'un agencement théorique connu des N impulsions des signaux transmis par le dispositif émetteur. Une opération d'addition des N fenêtres est réalisée par la suite dans le dispositif récepteur pour que le niveau d'amplitude des impulsions additionnées de manière cohérente soit supérieur au niveau d'amplitude du bruit capté par le dispositif récepteur (3).

Figure 1a

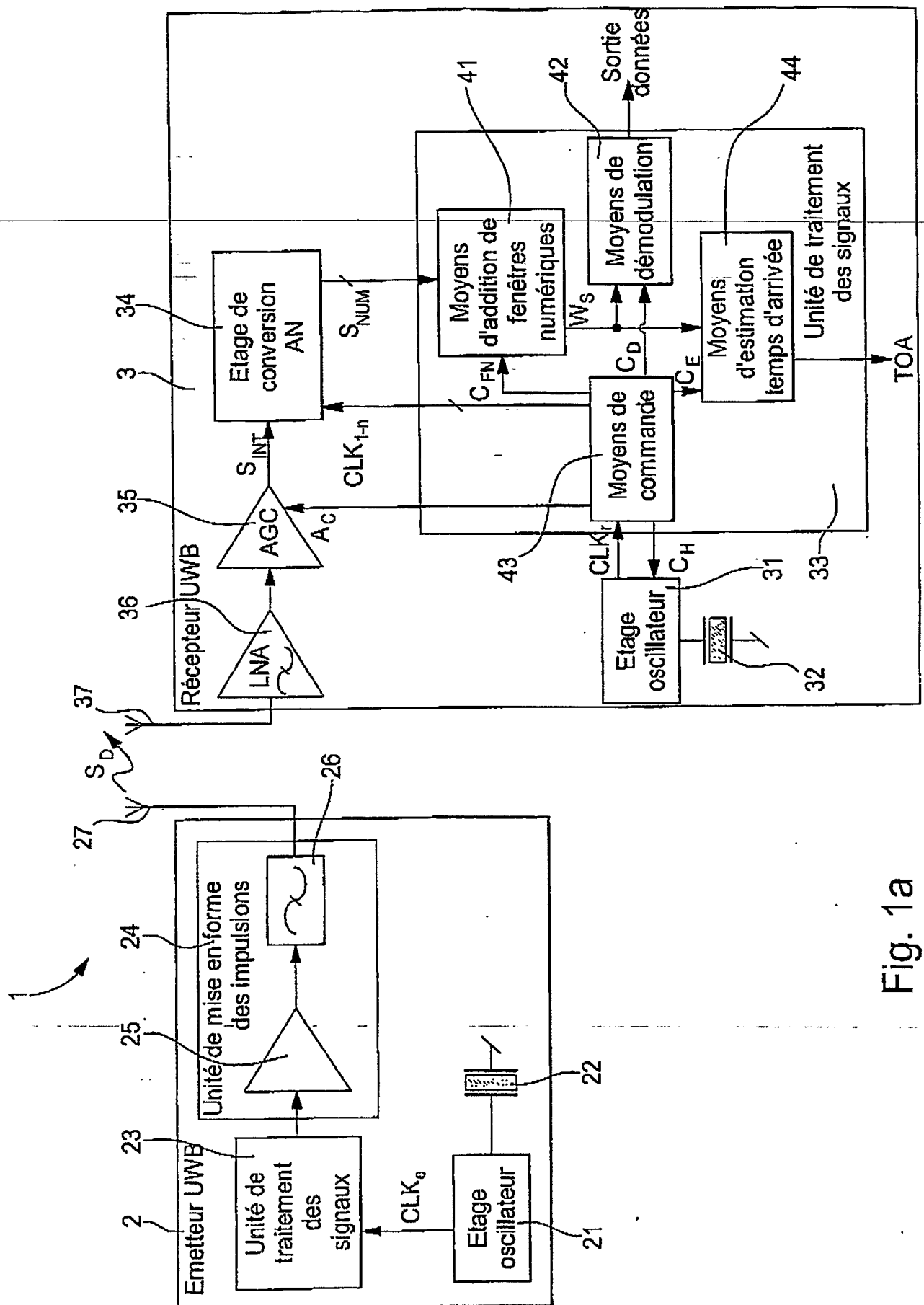


Fig. 1a

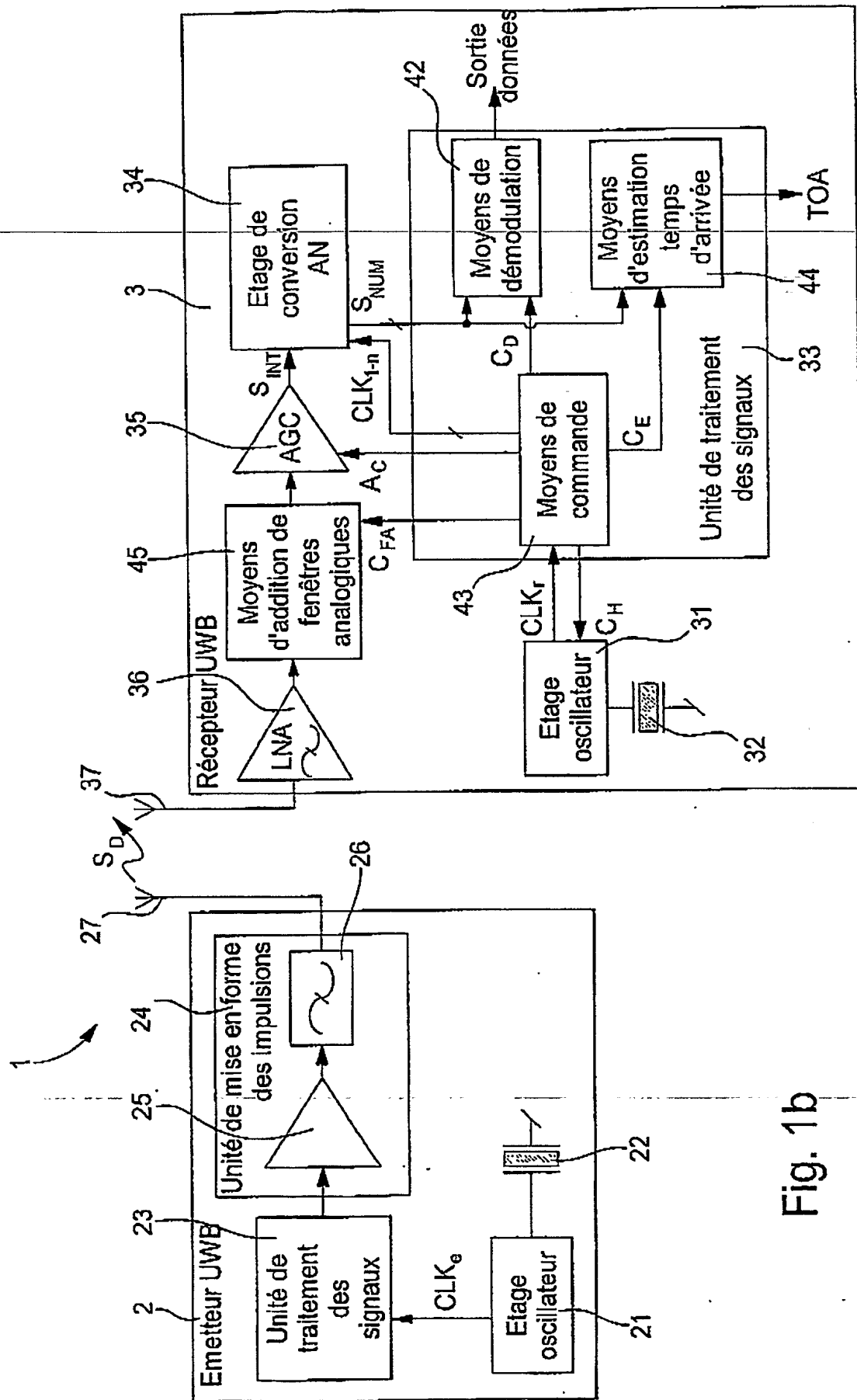


Fig. 1b

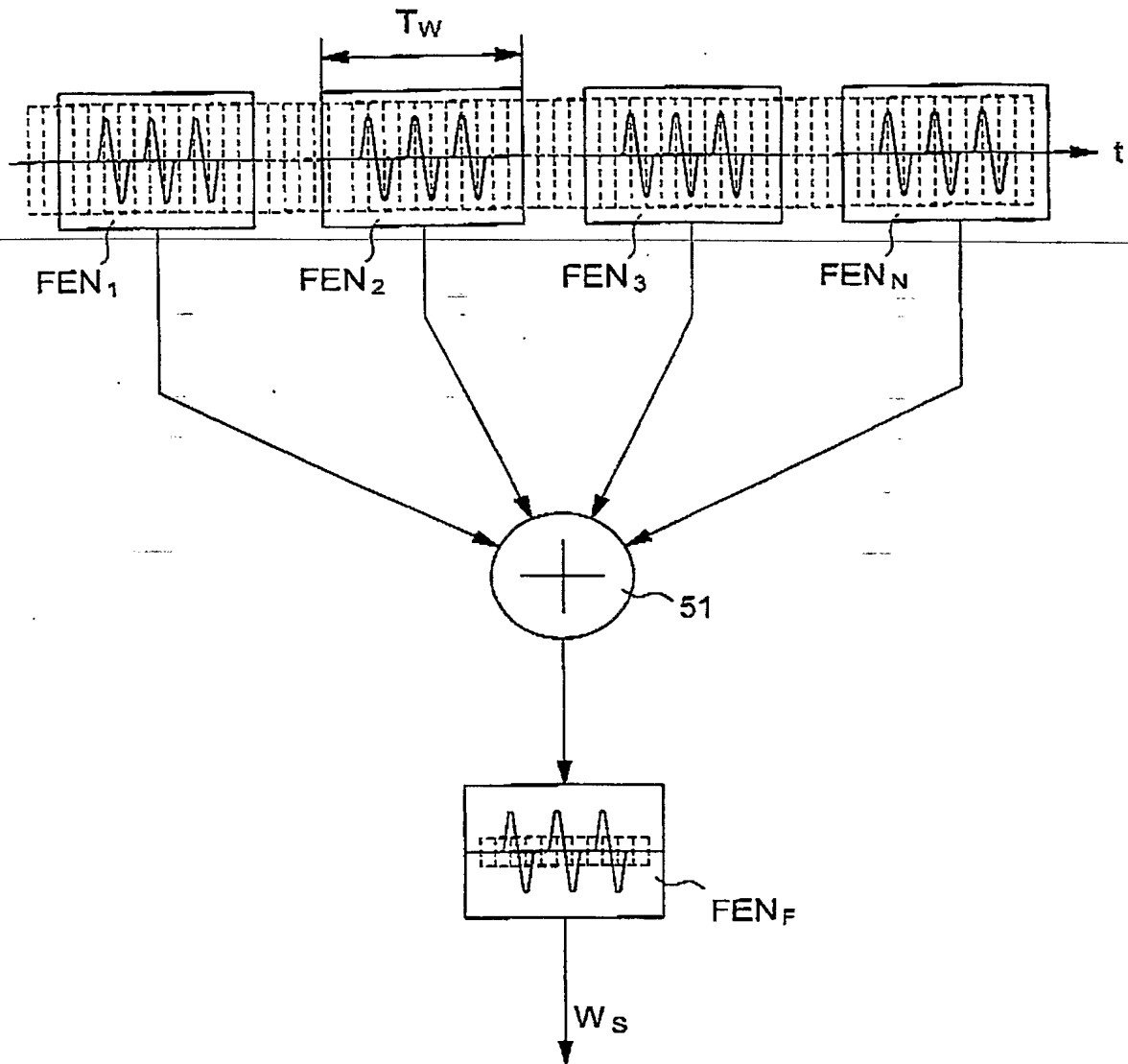


Fig. 2

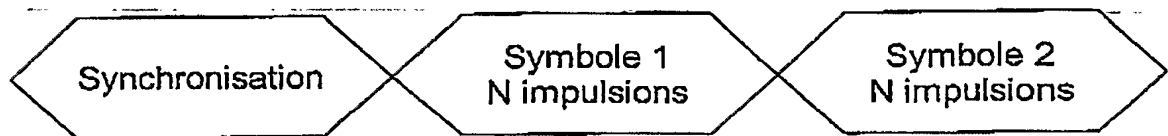


Fig. 4

Fig. 3a

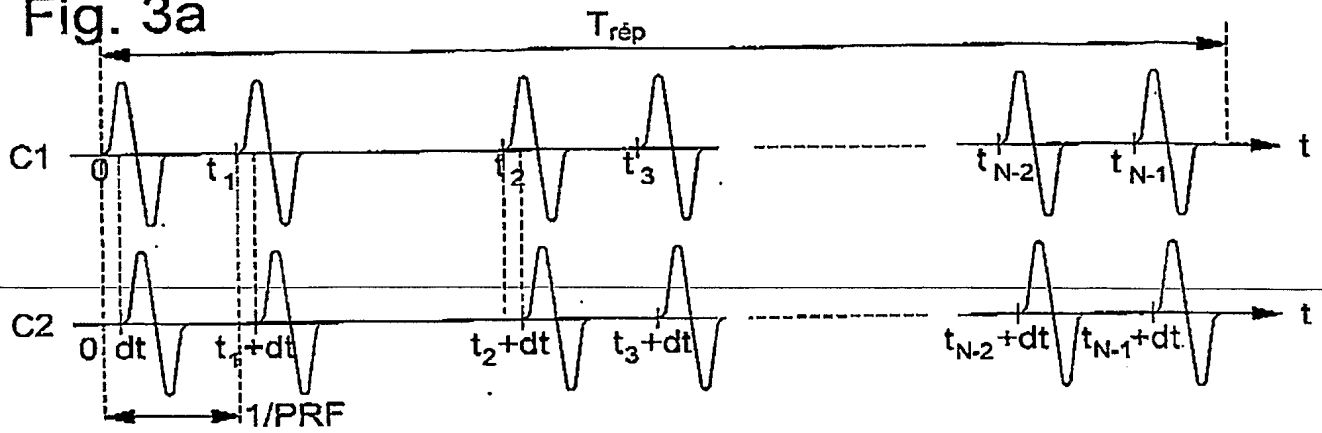


Fig. 3b

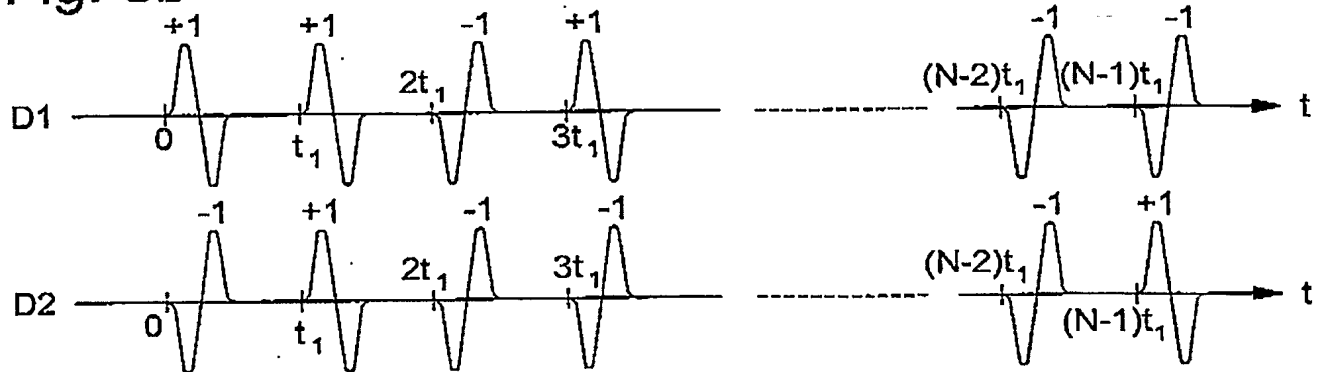


Fig. 3c

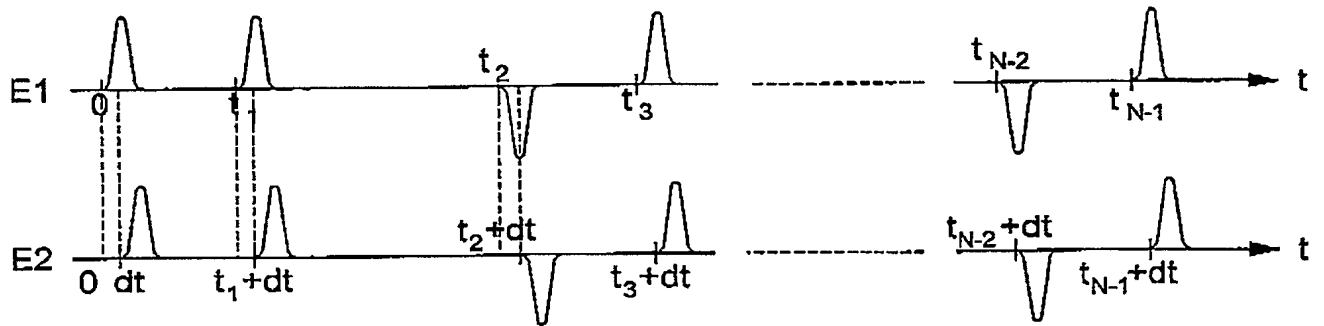
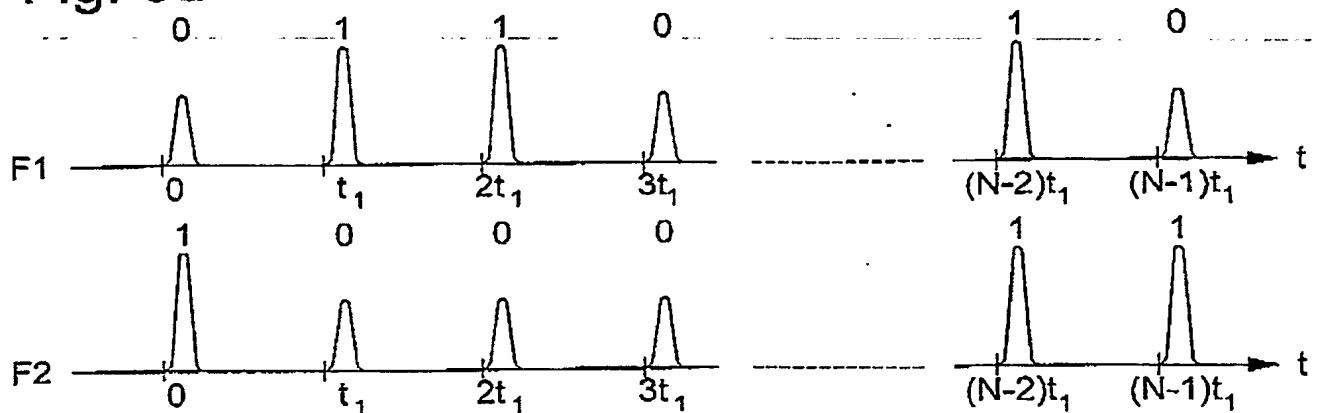


Fig. 3d



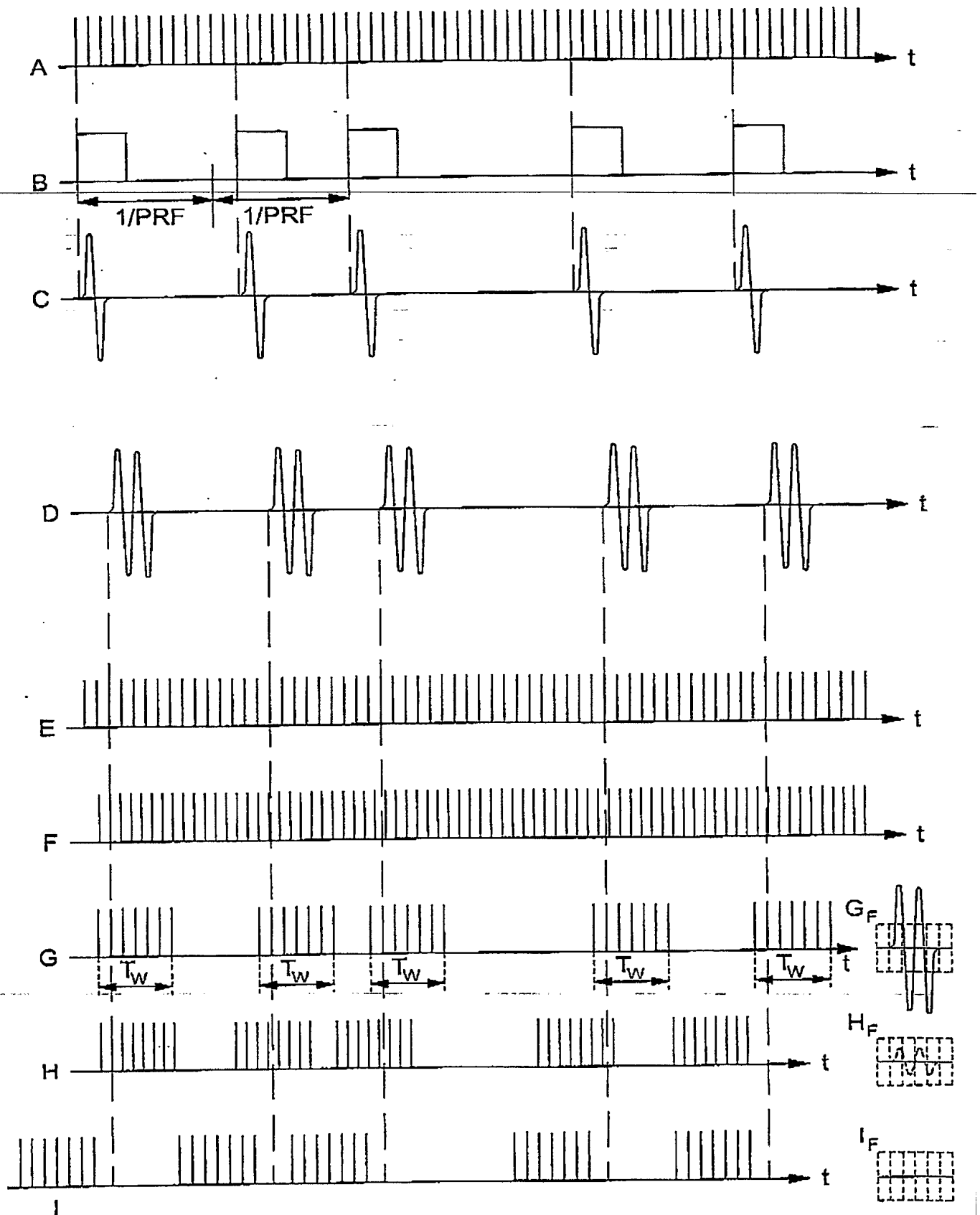


Fig. 5

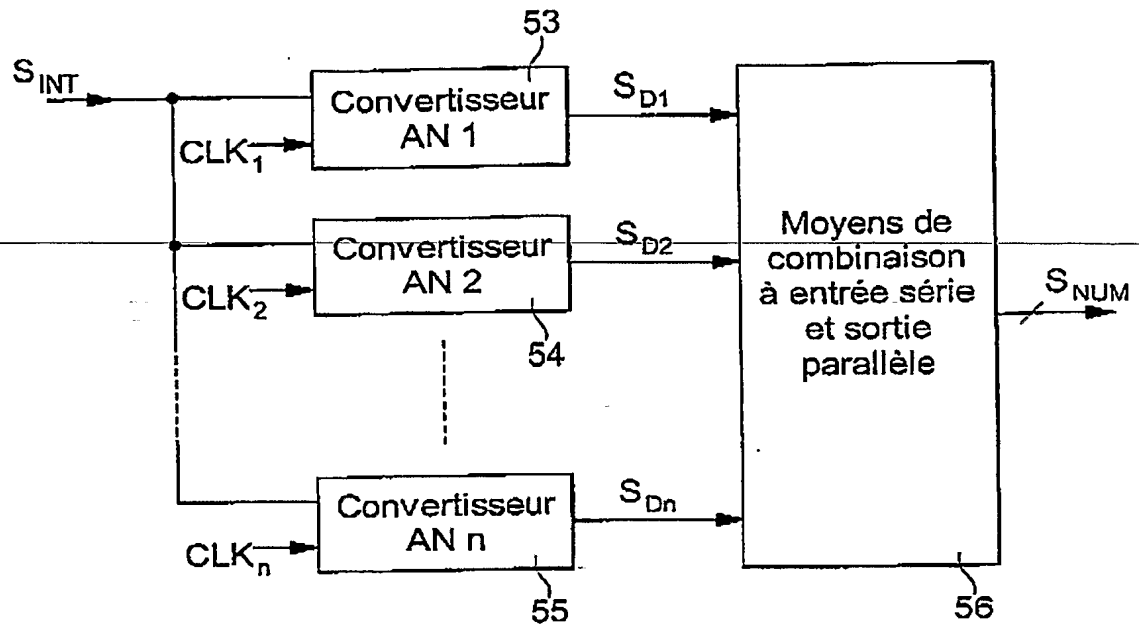


Fig. 6a

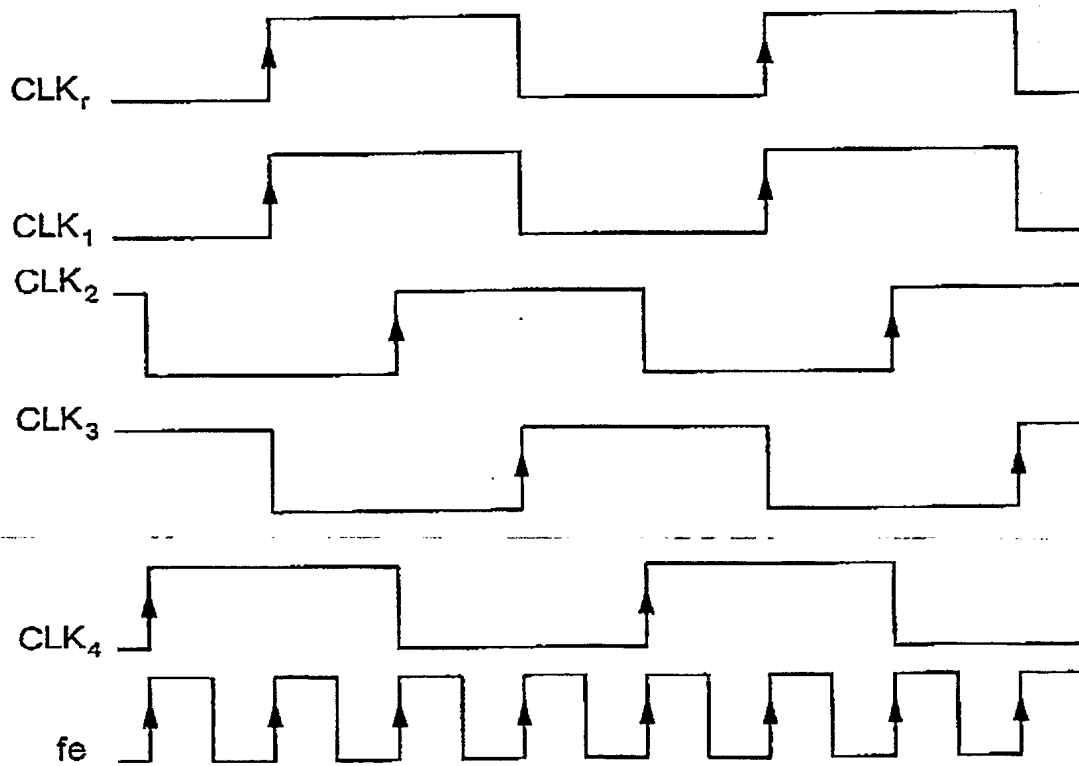


Fig. 6b

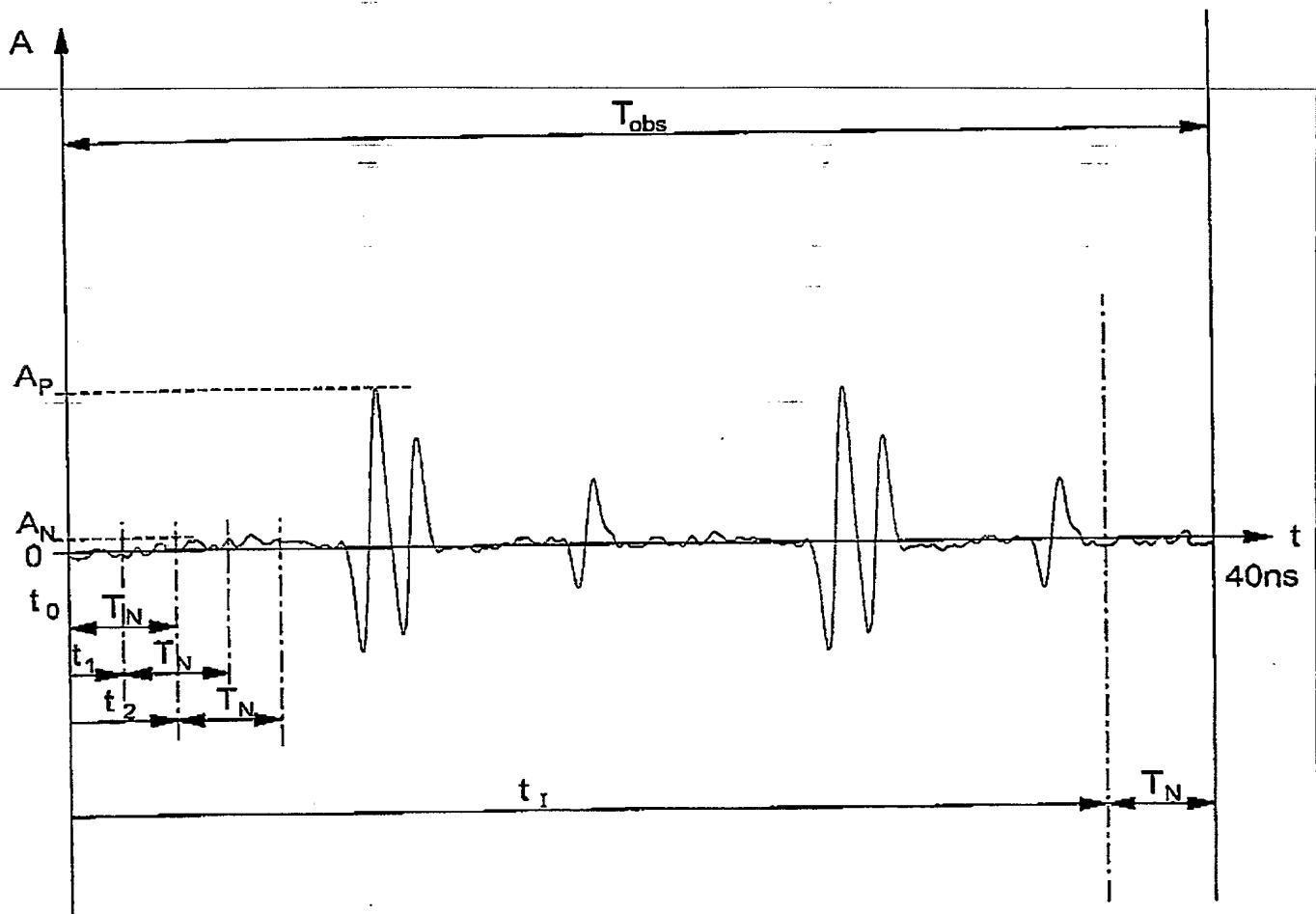


Fig. 7

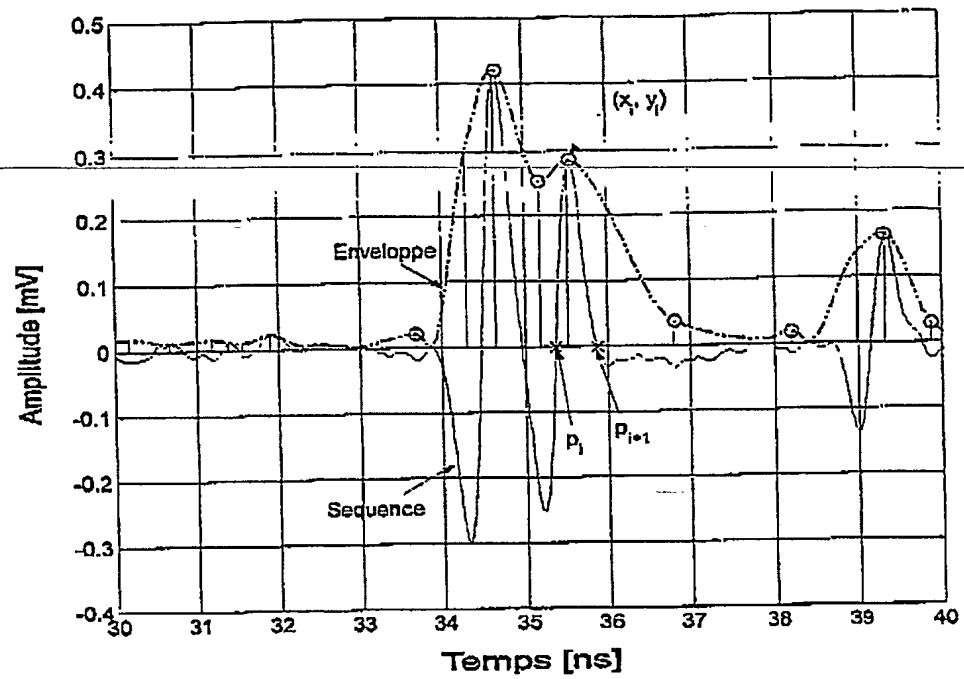


Fig. 8

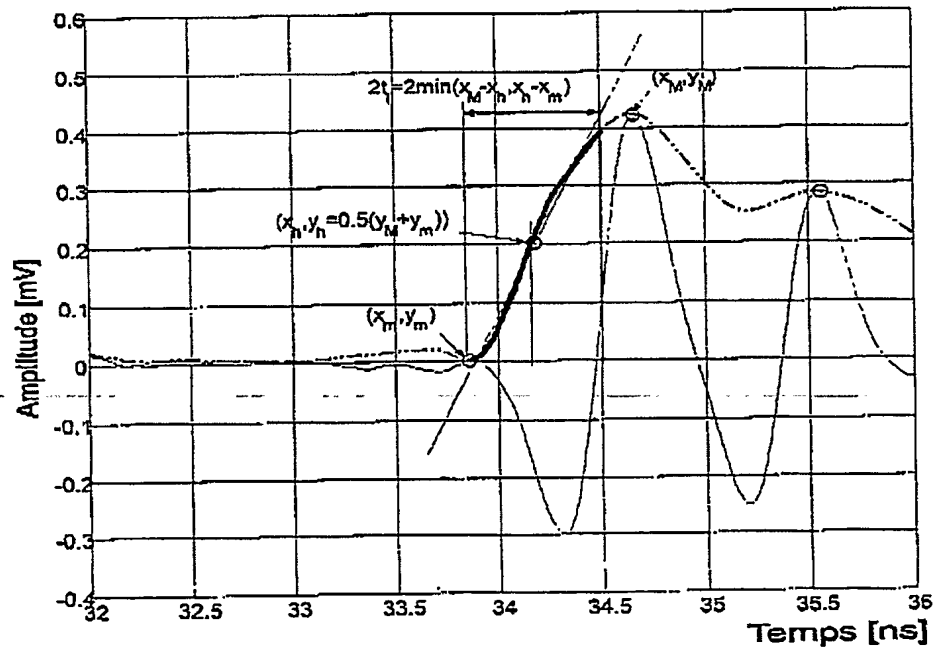


Fig. 9

